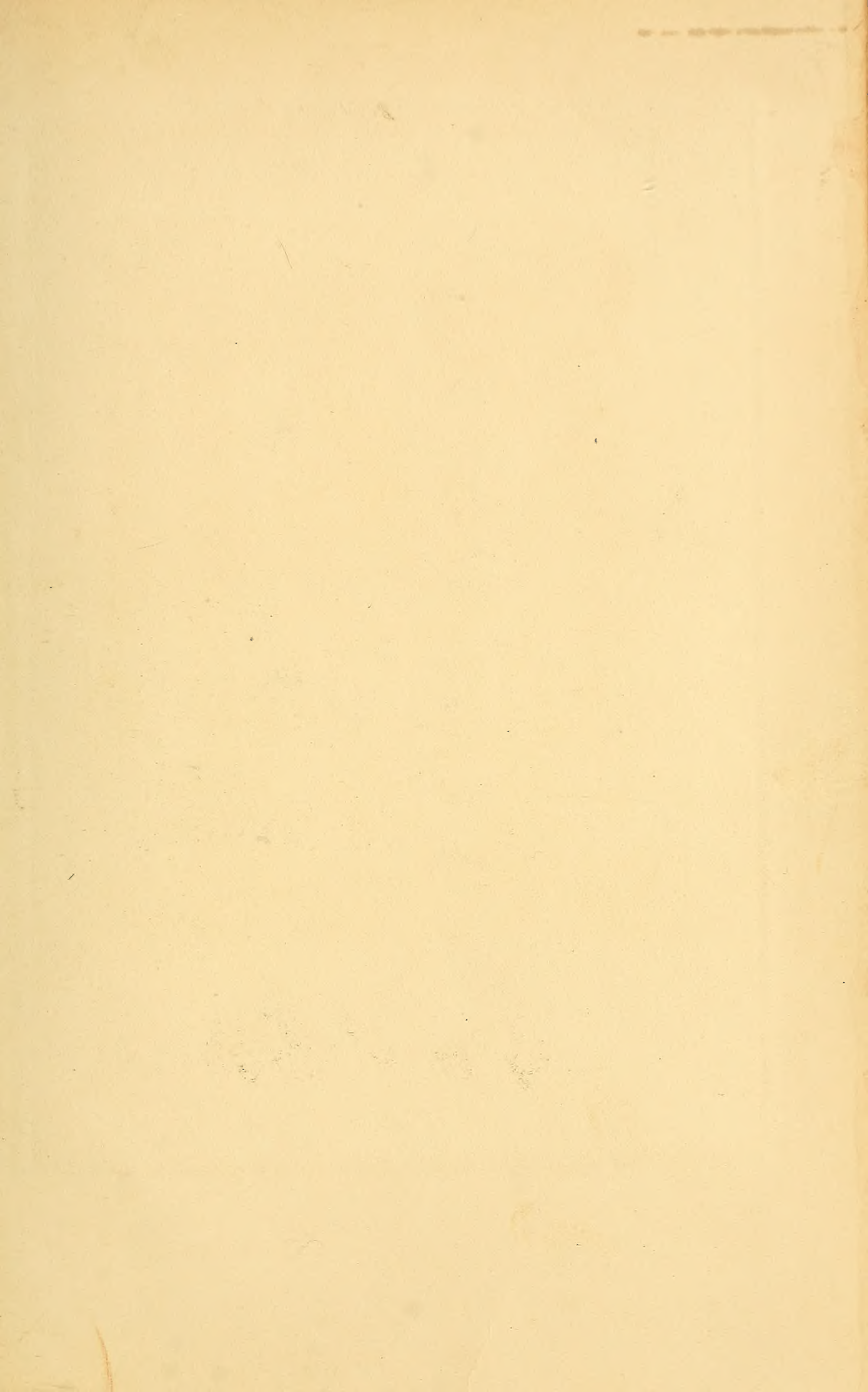










ARBEITEN

AUS DEM

ZOOLOGISCH-ZOOTOMISCHEN INSTITUT

IN

WÜRZBURG.

HERAUSGEGEBEN

VON

PROF. DR. CARL SEMPER.

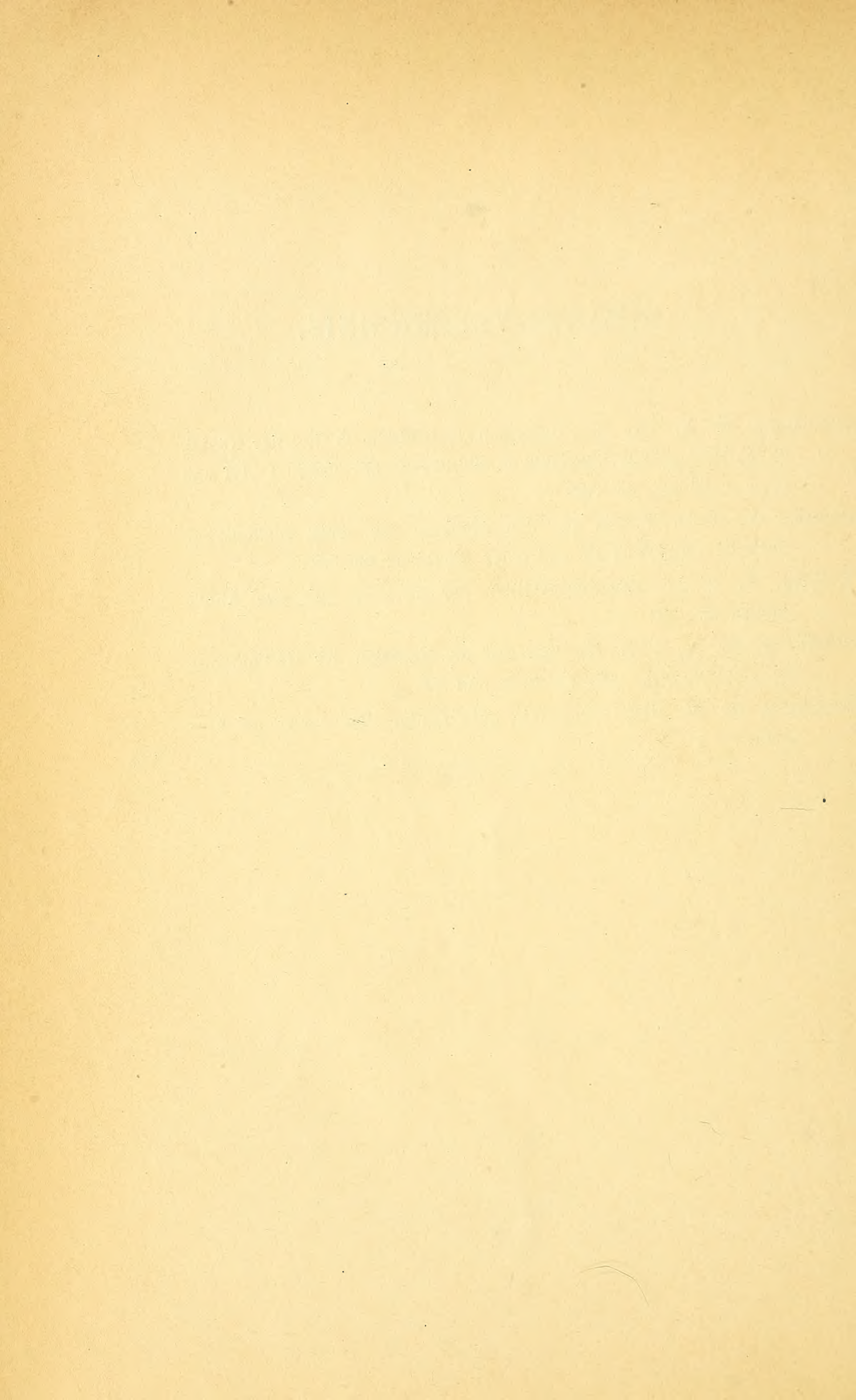
ZEHNTER BAND.

ERSTES HEFT.

MIT SECHS LITHOGRAPHIERTEN TAFELN UND VIER ABBILDUNGEN IM TEXT.

WIESBADEN.
C. W. KREIDEL'S VERLAG.
1891.

INHALTS-VERZEICHNIS.



DAS NEUE
ZOOLOGISCH-ZOOTOMISCHE INSTITUT

DER

KGL. JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT

ZU

WÜRZBURG.

VON

DR. A. SCHUBERG.

MIT 3 PLÄNEN UND EINER ABBILDUNG IM TEXT.



Am 2. November 1889 ist das neue zoologisch-zootomische Institut der kgl. Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg durch einen öffentlichen feierlichen Akt dem Gebrauche übergeben worden. Was nahezu zwei Jahrzehnte lang herbeigesehnt und als immer dringenderes Bedürfnis empfunden worden war, das hatte nun eine endliche Erfüllung gefunden!

Wenngleich die Art und Richtung der wissenschaftlichen Forschung — gewissermassen der Geist — eines wissenschaftlichen Instituts durch derartige äussere Ereignisse an sich nicht beeinflusst wird, so ist deren Bedeutung doch gross genug. Denn immerhin zeigt sich in der Einrichtungsweise eines neuen Gebäudes, welcher Art und Richtung die wissenschaftliche Forschung, die hier gepflegt werden soll, ist und sein wird: das Gebäude wird gewissermassen zur Verkörperung der herrschenden Ideen.

Wie aber diese dem Wechsel unterworfen sind, so werden auch die Ansprüche, die man an ein Institutsgebäude und dessen Einrichtungen stellt, mit der Zeit sich ändern; mancherlei, was ehedem nötig und wertvoll erschien, wird heute für überflüssig und wertlos gelten, und Bedürfnisse, die früher nicht vorhanden waren, werden nun befriedigt werden müssen. So ergab sich denn auch bei Erbauung und Einrichtung unseres neuen Heimes die Notwendigkeit, in wichtigen Punkten von Bahnen abzuweichen, die durch seine erste Entstehung vorgezeichnet schienen.

Wie an den meisten deutschen Universitäten war auch in Würzburg das zoologische Institut aus einer zoologischen Sammlung[1]) hervorgegangen. Die ersten zur Anstellung wissenschaftlicher Untersuchungen dienenden Arbeitsräume hatte der derzeitige Direktor des Instituts, Herr Prof. Dr. Semper, Ende der sechziger Jahre durch Umstellung der Sammlungen gewinnen müssen. Ehemals den Mittelpunkt der Arbeit der früheren Vertreter der Zoologie

[1]) Bezüglich der Geschichte der Würzburger zoologischen Sammlung vergleiche man den Aufsatz von Prof. Semper im I. Band der „Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut Würzburg."

bildend, ist heutzutage dieses zoologische Kabinett — eine Sammlung von Bälgen — zu einem grösstenteils wissenschaftlich fast völlig wertlosen Ballast des Instituts geworden. In dem Bestreben, die mannigfachen Formen der Tierwelt zu sammeln und zur Anschauung zu bringen, hatten der Gründer des Kabinetts, P. Jos. Bonavita Blank und sein Nachfolger, Prof. J. Leiblein, zusammengerafft, was die Hand einzelner freigebiger Schenker bot, und was eigener Eifer zusammenzutragen vermochte. Dass dabei — da andere Mittel fehlten — diejenige Vollständigkeit, welche für ein zoologisches Museum zu fordern ist, auch nicht im Entferntesten angestrebt, geschweige denn erreicht werden konnte, ist leicht verständlich; da ausserdem aber der Konservierungszustand zum Teil ein sehr mangelhafter ist, die Fundortsangaben und ähnliches meist unzureichend sind, und da schliesslich die Sammlung niemals als Grundlage für irgend welche wissenschaftliche Arbeit gedient hat und dienen konnte, so ist man wohl berechtigt, sie als einen überflüssigen Bestandteil eines modernen zoologischen Instituts zu betrachten.

Aus dieser Sachlage entsprang denn auch der Plan, bei Einrichtung des neuen Institutsgebäudes von einer Überbringung der ganzen alten Sammlung in dieses abzusehen; nur diejenigen Teile sollten hier ihre Aufstellung finden, welche für das Institut wirklich von Wert sind. Dadurch aber sollte ermöglicht werden, grössere Mittel für andere Zwecke, die sonst bei Institutsbauten weniger berücksichtigt werden, verfügbar zu machen.

Die Aufgabe eines zoologisch-zootomischen Universitäts-Instituts wurde einerseits in der Erteilung des Unterrichts in den verschiedenen Disziplinen der Zoologie, andererseits aber in der Ermöglichung wissenschaftlicher Forschung erblickt.

Darnach gehört in eine Institutssammlung alles das, was zu Unterrichts- und Forschungszwecken brauchbar ist. Es wurden daher aus der früheren Sammlung als „Unterrichtssammlung" alle zu Vorlesungen und Demonstrationen nötigen Objekte ausgeschieden: also vor allem Skelette, anatomische Präparate, Modelle u. dergl., sowie Vertreter der wichtigsten Tierformen, zum Teil in ausgestopften Bälgen und getrockneten Objekten, zum Teil auch in Spirituspräparaten. Von in Spiritus aufbewahrten Gegenständen wurden ferner alle diejenigen beigefügt, welche noch eventuell als Material für wissenschaftliche Untersuchungen dienen können. In

einer „fränkischen Sammlung“ dagegen wurden die einheimischen Tierformen vereinigt. Da diese, was namentlich die Wirbeltiere betrifft, ziemlich vollständig vorhanden sind, so können sie recht wohl als Grundlage spezialfaunistischer Untersuchung und als wissenschaftliches Vergleichsmaterial dienen. — Alle diejenigen Stücke der früheren Sammlung aber, welche weder zu Unterrichts- noch zu Forschungszwecken brauchbar sind und höchstens als Schausammlung für das grössere Publikum verwandt werden können, fanden keine Aufstellung im neuen Institutsgebäude, sondern verblieben in einem Teile der früheren Räumlichkeiten des Instituts in der alten Universität.

Durch diese Beschränkung der Sammlung wurde im neuen Institut für andere Zwecke Raum geschaffen. So war man einmal in der Einteilung der Unterrichts- und Arbeitsräume weniger beschränkt, ferner aber konnte man nun darnach streben, in grösserer Ausdehnung Platz und Gelegenheit für solche Einrichtungen zu schaffen, welche imstande sind, die wissenschaftliche Forschung in weitergehendem Masse zu begünstigen, als dies bei den meisten zoologischen Instituten sonst der Fall zu sein pflegt. In einer Zeit, wo man allerorts marine zoologische Stationen gründet und sogar mit der Einrichtung von Süsswasserstationen begonnen hat, dürfte es fast Wunder nehmen, dass die am meisten der Forschungsarbeit dienenden Universitätsinstitute zur Zucht und Beobachtung selbst der einheimischen Tiere oft sehr wenig Gelegenheit bieten. Es ist daher beim Bau des hiesigen Instituts Hauptgrundsatz gewesen, vor allem die hierfür nötigen Bedingungen herzustellen. Die Aquariumsräume und der grosse Garten des Instituts, welche dieser Tendenz ihren Ursprung verdanken, machen mit ihren verschiedenartigen Einrichtungen möglich, Tieren der verschiedensten Existenzbedürfnisse möglichst günstige Verhältnisse darzubieten, sodass sowohl einheimische wie fremde Formen zur Züchtung und Beobachtung gelangen können. Dem Gebiete der biologischen, speziell experimentellen Forschung dürfte hierdurch eine bessere Gelegenheit geboten sein, als sie vielleicht sonst meist zu erlangen ist.

Das Bedürfnis nach dem Neubau eines zoologischen Instituts hatte schon seit längerer Zeit auch an massgebender Stelle Anerkennung gefunden. Bereits im Jahre 1875 war daher durch die

Universität von der Stadtgemeinde Würzburg ein Bauplatz angekauft worden, welcher hierzu dienen sollte.

Das Grundstück gehörte zu dem alten, bei der Entfestigung Würzburgs freigewordenen Festungsareal und liegt am südwestlichen Eck der Stelzengasse und des Pleicherrings, gegenüber der Anatomie und dem pathologischen Institut, sowie in nächster Nähe der meisten übrigen medizinischen und naturwissenschaftlichen Anstalten. Der Preis des ca. 2640 qm grossen Platzes betrug 34285 M. 71 Pf. Durch die Liberalität der Universität wurde im vergangenen Jahre diesem ursprünglichen Grundstück ein angrenzendes Areal von etwa 600 qm hinzugefügt, was im Interesse der Abrundung und Erleichterung der Gartenanlage von hoher Bedeutung war.

Lange jedoch hat der Platz nur dazu gedient, die Sehnsucht nach einem neuen Gebäude fast bis zur Ungeduld zu steigern; denn erst im Jahre 1887, also zwölf Jahre nach Ankauf des Grundstückes, bestimmte der bayrische Landtag die zum Neubau nötige Geldsumme, dann allerdings in erfreulich genügender Höhe. Von der 177000 M. betragenden Gesamtsumme sollten für den eigentlichen Bau 165000 M., für die „innere Einrichtung“ 12000 M. verwandt werden.

Mit der Einleitung der zum Beginn des Baues nötigen Schritte wurde alsbald begonnen, sodass endlich im Juni 1888 mit der eigentlichen Ausführung angefangen werden konnte. Die Leitung hierbei war dem Universitätsarchitekten, kgl. Bauamts-Assessor Herrn von Horstig übertragen worden, welcher auch — mit Berücksichtigung der Absichten und Wünsche des Institutsvorstandes — die Pläne zum Neubau entworfen hatte. Dank der günstigen Witterung schritt die Arbeit so rasch vorwärts, dass der Bau bereits im Januar 1889 unter Dach gebracht wurde. Im Juli desselben Jahres waren dann wenigstens einzelne Räume so weit fertig gestellt, dass mit ihrer inneren Einrichtung begonnen werden konnte, und bis Mitte Oktober schliesslich war auch der übrige grössere Teil des Instituts so weit ausgebaut, dass es möglich war, bis Anfang November, also zum Beginn des Wintersemesters den Neubau benutzbar zu machen. Wie eingangs erwähnt, konnte am 2. November 1889 die seit so langer Zeit ersehnte Eröffnung stattfinden.

Das neue Institutsgebäude ist ein hübscher, in moderner Renaissance ausgeführter Eckbau, welcher aus einem höher aufgebauten Eckrisalit, den nach jeder der beiden Strassen hin sich erstreckenden Zwischenflügeln und den diese abschliessenden Eckrisalits besteht. Er enthält Souterrain und zwei Geschosse. Der Eingang mit schöner Freitreppe befindet sich am Pleicherring.

Die Einteilung der Räume ist folgende:

Das Souterrain enthält ausser der nach Westen gelegenen Wohnung für den Hausmeister und dem unter der Treppe und dem Eingang befindlichen Kohlenraume die Arbeitsräume für die Diener und das Aquarium. Die ersteren bestehen aus der Werkstätte und den in einem besonderen Anbau untergebrachten Präparier- und Macerierräumen. Das Aquarium nimmt den nordöstlichen Eckraum des Souterrains, sowie dessen ganzen östlichen Flügel ein. Dieser ansehnliche, eine lange Gallerie bildende Raum ist mit dem unmittelbar darüber liegenden Praktikantensaal durch eine Wendeltreppe verbunden. Längs der Fensterreihe laufende Steinbänke dienen zur Aufnahme von Zuchtaquarien u. dergl.; Wasserleitung ist in reichlichem Masse vorhanden. Die südliche Wand ist von einem offenen Bogen durchbrochen, in welchen ein mit seiner äusseren Seite in das anstossende Warmhaus sich erstreckendes grosses Wandaquarium von ca. $2^1/_2$ cbm Inhalt eingelassen ist. — Im südwestlichen Teile des Souterrains befindet sich schliesslich noch der Heizraum, welcher einen grösseren Ofen für die Hausheizung[1]), einen kleineren für die Heizung des Warmhauses enthält.

Das Warmhaus schliesst sich unmittelbar als besonderer, einige Stufen tiefer liegender Anbau an das südliche Ende des Souterrains an. Sein Zweck ist, die Aufnahme und Zucht tropischer Tiere zu ermöglichen, und ist demgemäss seine Einrichtung eine ähnliche, wie die entsprechenden Absichten dienender Gewächshäuser. Die Mitte des 10 m langen und 7 m breiten Raumes, der in Holzkonstruktion mit Glasdach und Glaswänden ausgeführt ist, nimmt ein grosses ovales Cementbassin von ca. 5 cbm Inhalt ein. Längs der Wände läuft ein auf steinernen Trägern befindlicher Cementkasten, welcher mit Erde gefüllt teils als Beet für Pflanzen, teils zur Unterlage für

---

[1]) Diese Heizung dient nur für die Arbeitsräume im Parterre und den Hörsaal; alle anderen Räume — ausgenommen die überhaupt nicht heizbaren Sammlungssäle — werden mit Füllöfen geheizt.

Aquarien und Käfige dient. Doch nicht nur hier, sondern auch an anderen Stellen sind in mannigfacher Gruppierung verschiedenerlei tropische Gewächse angepflanzt, die nicht nur dem Ganzen den hübschen Charakter einer kleinen Tropenlandschaft verleihen, sondern vor allem auch den Zweck haben, die Atmosphäre einer solchen herzustellen. Ohne gute Bepflanzung dürfte sich die richtige Feuchtigkeit etc. in einem solchen Raume kaum erzielen lassen. Zum Zwecke der Ventilation sind Fensterklappen und Luftkamine angebracht; die Heizung geschieht durch eine Warmwasserheizanlage, deren Röhrensystem unter und in dem Cementbeet und in dem grossen centralen Bassin verläuft. Zur Regulierung der Feuchtigkeit befindet sich an der Decke ein grosser Giesser, welcher durch ein auf dem Bodenraum befindliches Regenwasserreservoir gespeist wird, das gleichzeitig zur Versorgung der Heizungsanlage dient. Die Beleuchtung des Warmhauses geschieht durch zwei elektrische Glühlampen, welche durch eine starke Batterie versorgt werden.

Die Räume des Parterres sind hauptsächlich der wissenschaftlichen Arbeit gewidmet — mit Ausnahme des neben dem Eingang liegenden Portierzimmers und eines im westlichen Flügel gelegenen Sammlungsraumes. Letzterer enthält die Sammlung fränkischer Tiere, die Insektensammlung, die anatomischen Präparate und einen grossen Teil der übrigen in Spiritus aufbewahrten Tiere. Der Rest dieser ist in Schränken untergebracht, welche längs des Korridors des Parterres aufgestellt sind. Die Arbeitsräume des Parterres sind: gegen Norden das sehr geräumige Assistentenzimmer, am nordöstlichen Eck das Zimmer des Direktors und hieran anschliessend gegen Süden der mit 7 Doppelfenstern versehene Praktikantenraum. Der südliche Abschnitt dieses Saales dient als Leseraum und befindet sich hier auch ein Teil der Bibliothek[1]); der grössere Rest derselben ist jedoch in einem nach Westen zu daranstossenden Zimmer untergebracht, das gleichzeitig auch noch als Arbeitsraum für einen oder mehrere selbständig arbeitende Forscher dienen kann.

Der I. Stock umfasst ausser der Assistentenwohnung, die aus zwei über dem Eingang gelegenen Zimmern besteht, nur Räumlich-

---

[1]) Das zoologische Institut besitzt eine Bibliothek von nahezu 1400 Bänden und ca. 3100 in besonderen Sammelkästen untergebrachten Separatabzügen. Der weitaus grösste Teil hiervon bildete die Privatbibliothek des Herrn Prof. Semper, welcher dieselbe dem Institut zum Geschenke gemacht hat.

keiten, die den verschiedenen Zweigen des Unterrichts dienen. Ein über dem Sammlungsraum des Parterres gelegener und mit diesem durch eine besondere Treppe verbundener, ebenso grosser Raum enthält den grössten Teil der Unterrichtssammlung, nämlich sämtliche Skelette und die zur Demonstration nötigen Typen ausgestopfter ausländischer Wirbeltiere. In dem höher aufgebauten Eckrisalit befindet sich der hohe, durch grosse Bogenfenster hell erleuchtete Hörsaal, welcher auf seinen allmählich ansteigenden Sitzen für 120 Hörer Raum bietet. Ein Aufzug verbindet ihn mit dem darunter liegenden Assistentenzimmer und der im Souterrain befindlichen Werkstätte. Gegen Süden schliesst sich an den Hörsaal ein seiner Grösse nach mit dem darunterliegenden Praktikantensaal übereinstimmender Raum an, der zur Abhaltung von Demonstrationen und Kursen dient. Mit dem Praktikantensaal ist er durch die nach unten sich in das Aquarium fortsetzende eiserne Wendeltreppe verbunden. Nach Westen zu reiht sich an den Kursraum noch ein kleineres Zimmer, das als Hörsaal für kleinere Kollegien, indessen auch noch nötigenfalls zur Vergrösserung des Kursraumes dienen kann.

Der geräumige Boden des Hauses ist zu Speicherräumen, zur Aufbewahrung von Gläsern und anderen Vorräten u. dergl. benutzt und enthält ausserdem einen grossen Taubenschlag.

Einer der wertvollsten Bestandteile unseres neuen Heims ist der grosse, nach Süden zu sich an das Gebäude anschliessende Garten, ein unserer Ansicht nach sehr wichtiges Hilfsmittel, das aber gleichwohl in ähnlicher Weise nur wenigen Instituten zur Verfügung stehen dürfte. Mit seinen mannigfachen Einrichtungen — welche bei seiner Geräumigkeit noch vermehrt werden können — ermöglicht er in noch weitergehendem Masse, als es durch das Aquarium und das Warmhaus allein möglich wäre, ein Halten und Züchten der verschiedensten Tiere. Auch von unseren einheimischen Tieren lassen sich viele in geschlossenen Räumen oder engen Zuchtgefässen aus vielerlei Gründen gar nicht oder oft nur sehr schwer kultivieren. Die dadurch der Forschung sich ergebenden Schwierigkeiten wenigstens in etwas aus dem Wege zu räumen, war Grundsatz bei Anlage des Gartens. Mannigfache Lebensbedingungen zu schaffen, und Raum für eventuelle weitere Einrichtungen zu lassen, war daher die Hauptaufgabe.

Das Terrain, auf welchem unser neues Institut sich erhebt, war derartigen Absichten von vornherein nicht ungünstig, indem es

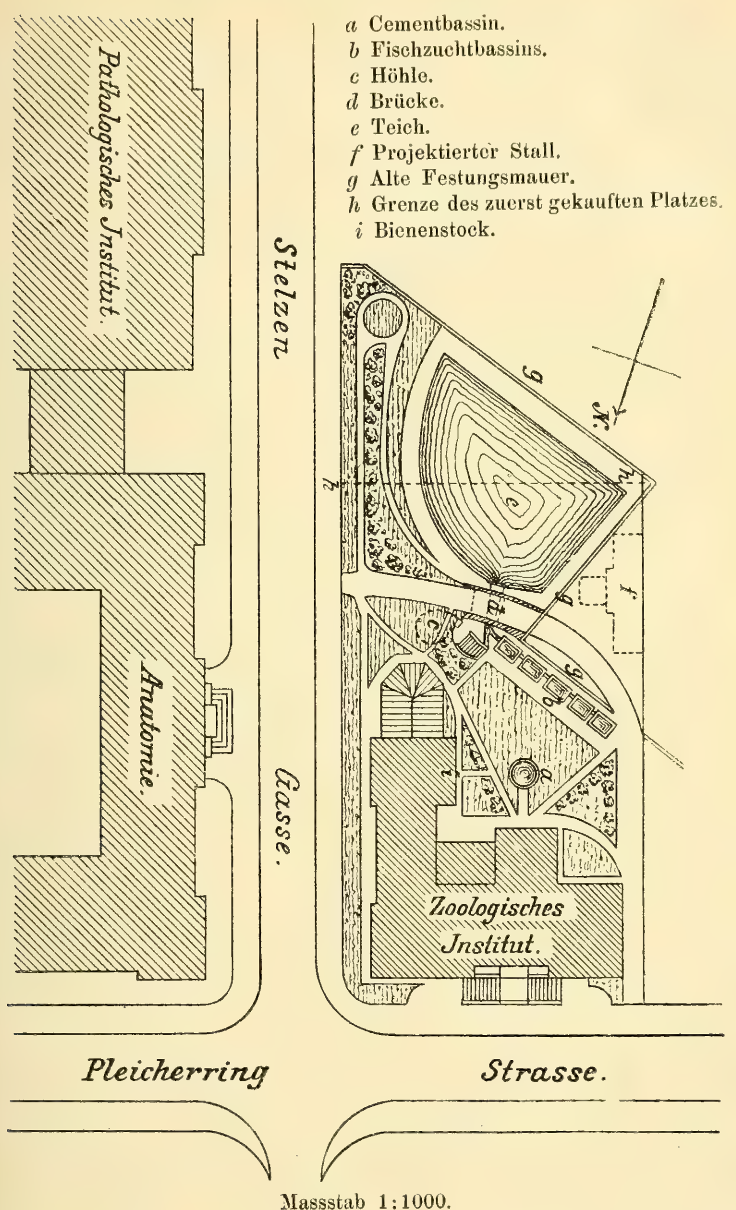
grösstenteils aus einem bisher noch nicht aufgefüllten Teile des alten Festungsgrabens bestand, der noch bis vor ziemlich kurzer Zeit ständig Wasser enthalten hatte und früher den hiesigen Zoologen als Fundstelle manchen hübschen Objektes nicht unbekannt gewesen war. Reste der alten, zum Teil abgebrochenen Festungsmauern (*g*)[1]), die schon an einzelnen Stellen mit einer eigenen Pflanzendecke sich zu bekleiden beginnen, wurden auf Anregung des derzeitigen Institutsdirektors in diesem Zustande stehen gelassen und dienen nicht nur als feste Böschung gegen den an ihrer Basis liegenden Teich, sondern auch als Träger für Zuchtgefässe, wie schliesslich auch als Wohnsitz einer eigenen kleinen Fauna. Der ca. 300 qm grosse Teich (*e*) wurde dadurch gewonnen, dass ein Teil des alten Grabens nicht wie die übrige Umgebung bis zur Strassenhöhe aufgefüllt, sondern noch um etwas vertieft wurde, sodass man das Niveau des Grundwassers erreichte. Zufluss an Wasser erhält er aus den Abläufen der gleich zu erwähnenden Bassins. Teils durch unser eigenes Zuthun, grösstenteils aber von selbst hat er sich bereits in erfreulichster Weise mit einem ziemlichen Reichtum namentlich niederer Tiere bevölkert. Auf diese Weise hat das Institut nicht nur eine Fundgrube für mancherlei Untersuchungs- und Demonstrationsmaterial unmittelbar zur Hand, sondern es ist auch das sonst meist so lästig zu beschaffende lebende Futter an niederen Tieren zur Aufzucht anderer Formen, wie Fischen, Amphibien etc. auf das Leichteste und in kurzer Zeit zu beschaffen.

Ausser diesem von Rasen und Gebüschanlagen umgebenen Teiche enthält unser Garten fünf hinter- und übereinander liegende grosse Cementbassins von je 3,50 m Länge, 2 m Breite und einer durchschnittlichen Tiefe von 1 bis 2 m (*b*). Diese Bassins, von denen jedes untenstehende durch den Überlauf des nächst höheren und nur das höchstgelegene durch direkten Zufluss aus der Wasserleitung gespeist wird, sind insbesondere zur Fischzucht geeignet und eingerichtet. Unmittelbar am Hause schliesslich befindet sich noch ein weiteres rundes Cementbassin von 4 m Durchmesser und 0,75 m Tiefe mit kleinem Springbrunnen (*a*). Der Raum zwischen dem Hause und der erwähnten Reihe von 5 Bassins, welche längs der alten Festungsmauer (*g*) sich hinzieht, ist mit Gebüsch und Rasen bepflanzt

---

[1]) Vergl. den Situationsplan auf S. 11.

Situations-Plan.



Massstab 1:1000.

und kann zur Anbringung weiterer Einrichtungen dienen. So befindet sich z. B. hier zur Zeit auch ein Bienenstock (*i*).

Südlich vom Warmhaus, gegen den Teich zu, ist eine von dessen Zugang aus zu erreichende gewölbte Höhle (*c*) angebracht, welche mit Wasserleitung und Vorrichtungen zur Aufstellung von Zuchtgefässen reichlich versehen ist. Sie kann durch zwei kleine elektrische Glühlampen erleuchtet werden, welche von der gleichen Batterie versorgt werden, wie die des Warmhauses.

Der Ablauf des Bassins im Warmhaus ergiesst sich als kleines Bächlein durch die Höhle, um dann mit dem Überlaufwasser sämtlicher Bassins im Garten sich zu vereinigen und nach kurzer Strecke in den grossen Teich abzufliessen.

Ein bis jetzt noch unbearbeitetes Stück auf der Höhe der alten Festungsmauer, an der westlichen Grenze des Grundstücks, soll zur Erbauung eines Stalles (*f*) mit Volière für höhere Wirbeltiere dienen. Die Pläne hierzu sind bereits entworfen, indessen hat das Königl. Ministerium die Ausführung derselben als „nicht dringlich“ einstweilen zurückgestellt. Im Interesse der Vervollständigung der mancherlei Zuchteinrichtungen unseres Instituts wäre die Ausführung des Projektes von hoher Wichtigkeit.

Dass die Bepflanzung des Gartens, der sich ja zum grossen Teil auf erst im vergangenen Jahre aufgefülltem Boden befindet, noch mancherlei zu wünschen übrig lässt, ist leicht zu erwarten. Grosse Bäume und dichtes Gebüsch sind Dinge, die sich nur schwer und dann auch nur mit sehr grossen Kosten in kürzerer Zeit beschaffen lassen. Hier müssen eben die Jahre das ihrige erst dazu thun, bis das, was jetzt beabsichtigt ist, seine annähernde Vollendung erreicht. —

Aber nicht nur in solchen Dingen haben wir in die Zukunft zu blicken. Auch die Frage erhebt sich, ob diese mannigfache und, wie wir wohl ohne Überhebung sagen dürfen, bessere Arbeitsgelegenheit, als sie manchen anderen Instituten zukommt, imstande ist, die wissenschaftliche Arbeit zu fördern? Es ist wohl zu hoffen; notwendig aber ist hierzu, dass Eifer und Energie in nicht geringerem Masse sich bethätigen, als es in unserem alten Institute der Fall war. Schönheit der Arbeitsräume, Vollkommenheit der Hilfsmittel haben noch niemals für sich allein einen Fortschritt bedingt!

BEOBACHTUNGEN

AUS DEN

AQUARIEN DES NEUEN ZOOLOGISCHEN INSTITUTS.

VON

C. SEMPER.

Mit Tafel IV.



In den nachfolgenden Blättern beabsichtige ich alle jene zufällig gemachten Beobachtungen zu veröffentlichen, welche sich an den hier in den Aquarien gehaltenen oder gezüchteten Tieren darboten, ohne dass sie gerade zur Erläuterung bestimmt gerichteter Versuchsreihen dienen sollen. Derartige ohne Absicht gemachte Beobachtungen sind durchaus nicht immer die wenigst interessanten, und sie können in vielen Fällen zur Aufklärung über gar manche verwickelte Fragen dienen.

I. Über Farbveränderungen einiger Fische.

Mit Tafel IV.

Ich beginne mit der Schilderung einiger interessanten Farbveränderungen, welche ich an Fischen verschiedener Gattungen beobachtet habe, die mir wenigstens neu waren, doch aber, wie ich bestimmt glaube annehmen zu können, manchem meiner Kollegen schon bekannt sein werden.

In den neu eingerichteten grossen und kleinen Aquarien des Instituts (siehe oben), habe ich seit November 1889 eine Anzahl amerikanischer Forellenarten, namentlich Bachsaiblinge und Regenbogenforellen, und ebenso in den Aquarien, die im Warmhaus des Instituts untergebracht sind, ziemlich zahlreiche Exemplare der bekannten japanesischen Süsswasserfische, der Schleierschwänze, Macropoden und ähnlicher Tiere aufgezogen. Da die verschiedenen Fische Farbveränderungen zwar ausnahmslos zeigten, aber keine Gleichmässigkeit derselben erkennen liessen, so wird es gut sein, die verschiedenen Arten getrennt zu behandeln.

Ich beginne mit den Macropoden.

Es sind diese Fische bekanntermassen recht streitsüchtig, und so ist es nicht zu verwundern, wie auch schon Beneke erzählt, dass sie sich mitunter recht schwere Wunden beibringen, an denen sie selbst zu Grunde gehen können. Das geschieht jedoch nicht immer,

selbst dann nicht, wenn sie sich Organe zerstören, welche, wie z. B. die Augen, so sehr zum Leben der Fische notwendig zu sein scheinen, dass man glauben möchte, ein Fisch ohne solche sei ausnahmslos damit dem Tode geweiht. Das ist jedoch durchaus nicht immer der Fall; so habe ich z. B. einen Macropodus bis in den Mai des vergangenen Jahres hinein am Leben erhalten können, welchem seine Aquariumsgenossen, vielleicht die eignen Eltern oder Geschwister, das eine Auge im Jahre 1889 ausgestossen hatten. Die Verheilung der Wunde war in wenig Monaten vollkommen erfolgt, und die lange Zeit sichtbare Wunde des Sehnerven war schliesslich von ganz gesunder normaler Haut überdeckt.

Dieser also einseitig blinde Macropodus zeigte nun einen mit fortschreitender Heilung Hand in Hand gehenden Farbenwechsel, den man geneigt sein möchte an der Hand der Pouchet'schen Theorie der chromatischen Funktion zu erklären, somit als Eintreten einer indifferenten Färbung anzusehen, wie sie bei verschiedenen im Wasser lebenden Tieren allemal dann eintreten muss oder soll, wenn die Regelung der Hautfärbung durch das Auge nach Erblindung des betreffenden Tieres aufgehoben wurde. Allerdings gehören die Macropoden nicht zu jenen Fischen, mit welchen Pouchet experimentiert hat; es wäre also denkbar, dass die Sätze, wie sie von ihm als Inhalt seiner Lehre von der chromatischen Funktion für gewisse Meeresfische und Süsswasserformen aufgestellt worden sind, nicht ohne weiteres von diesen Tieren, also den Flundern und andern Plattfischen, den Amphibien und Fröschen etc. auf die Macropoden übertragen werden dürfen. Dem mag nun sein wie ihm wolle; aber die eine Thatsache lässt sich nicht wegleugnen, dass der halbseitig vollkommen erblindete, doch aber in seiner Ernährungsfähigkeit nicht wesentlich gestörte Macropodus im Masse seiner fortschreitenden Heilung immer dunkler und dunkler wurde, bis er schliesslich unter den andern helleren Genossen als dunkel braunschwarzer, ganz gleichmässig gefärbter Fisch in demselben Aquarium bis zum Mai 1890 herumschwamm, in welchem er seine Augen verloren und seine Heilung durchgemacht hatte. Diese dunkel braunschwarze Färbung behielt er bis zu seinem Ende bei; das letzte erfolgte durch einen unglücklichen Zufall durch Herausspringen aus dem Glase und Vertrocknen des Fisches im Lande, also offenbar durch Vertrocknen und nicht infolge der erlittenen Operation.

Beobachtungen an Bachsaiblingen und Regenbogenforellen. Von Bachsaiblingen habe ich bis jetzt in dem im Gebäude befindlichen grossen Glasaquarium 7 Exemplare fast vom Ei an bis zu ungefähr 25 cm Länge aufgezogen. Unter diesen 7 Fischen ist einer, welcher eine merkwürdige Veränderung seiner Hautfarbe zeigt. Während am grössten Teile des Körpers die bekannte normale Hautfärbung vorhanden ist (siehe Taf. IV), tritt in der Gegend der Afterflosse eine ziemlich dunkel violettschwarze Hautfärbung auf, die bis an die Schwanzflosse geht, auf diese übertritt, und allmählich in die hellere, normale Schwanzfärbung übergeht. Ursprünglich waren 27 Bachsaiblinge in das Aquarium eingesetzt; von diesen zeigten mehrere schon, als sie ganz klein waren, die gleiche abweichende Färbung. Leider aber starben die Mehrzahl an verschiedenen Unfällen, sodass nur der eine hier abgebildete Saibling (Taf. IV) jetzt noch munter lebt. Die Färbung, die er zeigte, blieb von Anfang an die gleiche, obgleich er mehrfach infolge von Unglücksfällen seinen Wohnsitz wechseln musste. Weder dieser Transport aus einem Aquarium in ein anderes, noch die damit vielleicht unwillkürlich verbundenen Änderungen in der Ernährung oder der Zusammensetzung des Wassers liessen irgend welche Veränderungen der eigentümlichen Melanose des Schwanzes eintreten.

Übrigens scheint eine solche Melanose an verschiedenen Stellen und bei verschiedenen Salmonidenarten in ganz gleichmässiger Weise auftreten zu können. Wenigstens ist dies hier in den Fischbehältern des Instituts der Fall gewesen. In einem der 5 gemauerten Fischbassins, die hier im Garten so nebeneinander stehen, dass das eine höhere das Überlaufwasser zur Speisung des nächstunteren liefert, habe ich eine Anzahl Regenbogenforellen gleichfalls als Setzlinge eingesetzt, und jetzt bis zu einer Grösse von 20—25 cm Länge aufgezogen. Von diesen zeigt mindestens die Hälfte die gleiche melanotische Färbung des Schwanzes, wie ich sie genauer von dem einen Bachsaibling oben beschrieben habe. Auch hier beginnt die Grenzlinie zwischen der normalen hellen Färbung und der violettschwarzen Farbe des Schwanzes fast genau in der Mitte der Afterflosse; geht von da auf beiden Seiten nach oben und vorn, bis sie ungefähr die Mittellinie in einem schwach stumpfen Winkel trifft, biegt sich plötzlich nach hinten und oben, steigt dann fast senkrecht hinauf und trifft fast genau im vorderen Beginn der Fettflosse mit

der entsprechenden Linie auf der andern Seite des Fischkörpers genau in der Mitte zusammen. Auch bei diesen Regenbogenforellen trat solche Färbung schon ziemlich früh bei ganz jungen Tieren auf; gleich wie bei den Saiblingen war eine Änderung dieser eigentümlichen Abweichung in der Färbung bei Lebzeiten nicht zu erkennen.

Beobachtungen an einem Exemplar der japanischen Teleskopfische. Aus der rühmlichst bekannten Fischzuchtanstalt exotischer Zierfische von Matte in Berlin erhielt ich 3 Exemplare, die vollkommen normal ihre gleichmässige etwas rotgrauliche Silberfärbung zeigten. Gleichzeitig mit ihnen erhielt ich ebendaher 3 Exemplare der von Matte aus Amerika eingeführten Zwergwelse.

Diese verschiedenen Fischchen setzte ich, vielleicht unvorsichtigerweise, in ein und dasselbe Aquarium. Folge dieser Vergesellschaftung war sehr bald beginnender Streit zwischen Welsen und Teleskopfischen, der schliesslich dahin führte, dass einem der letzteren von den Welsen beide Augen angebissen und schliesslich aus der Augenhöhle herausgerissen wurden.

Natürlich trennte ich den Verwundeten von seinen Quälgeistern, obgleich ich wenig Hoffnung hatte den so schwer verletzten, jetzt völlig blinden Fisch am Leben erhalten zu können. Was ich nicht hoffen konnte, geschah aber dennoch; der Fisch gesundete und in 3—4 Wochen war der anfänglich aus der leeren Augenhöhle heraushängende Sehnerv mit Fetzen Fleisch und Haut abgestossen und in weiteren etwa 3 Wochen, also im ganzen etwa in $1^1/_2$ Monaten, vollständig mit frischer Haut überzogen.

Gleichzeitig mit dieser Heilung trat eine merkwürdige Umfärbung des ganzen Fisches ein. Ursprünglich von der gleichmässig silber-rotgrauen Hautfärbung, wie sie die beiden gesund gebliebenen Genossen hatten, und auch noch lange Zeit hindurch zeigten, fing der blinde Fisch an, ziemlich rasch dunkler zu werden, und diese beginnende Melanose nahm so mit der Heilung zu, dass der künstlich seiner Augen beraubte Fisch sofort durch seine Dunkelheit zwischen seinen hellen Genossen auffiel. Diese Färbung hielt aber nicht lange Stand. In dem Masse, wie der erblindete Fisch an Alter zunahm, bleichte er wieder ab, wurde nach einigen Monaten so hell, dass er von den beiden sehenden helleren nicht zu unterscheiden

war. Und diese also normale Färbung hielt, von ganz geringen Schwankungen abgesehen, an bis auf den heutigen Tag. Jetzt, da ich dies schreibe, hat er am Bauch und an den Seiten die normale, ziemlich helle rötlichgraue Silberfärbung, nur die Rückenseite und sämtliche Flossen dunkel, fast schwärzlich, dunkler als sie waren bei Ankunft des Fisches.

Es ist bekannt, dass die Goldfische, von welchen ja die Schleierschwanzfische abstammen sollen, sehr verschiedenartigen Farbänderungen unterliegen; bald werden sie dunkler, schwarz gefleckt oder sie verlieren ihre Goldfarbe und werden silbern. So auch zeigten die beiden anderen normalen oder nicht irgendwie verletzten Teleskopfische langsame Veränderung der Farbe, für welche, da diese Fische ihre Augen nicht eingebüsst hatten, solche Schwankungen, Dunkelwerden z. B. oder Verändern des gelben Pigments in rotes oder silbern, nicht auf fehlende Einwirkung des Auges auf das Hautpigment zurückgeführt werden können.

Es folgt daraus, dass wie bei den normalen Goldfischen, die auffallenden Verschiedenheiten ihrer Pigmentverteilung, wie sie im Laufe eines Jahres mitunter eintreten, nicht auf die Einwirkung Pouchet'scher chromatischer Funktion zurückzuführen sind, vielmehr auf physiologischen Einwirkungen beruhen müssen, die nichts mit der Pouchet'schen Theorie zu thun haben können. Welcher Art aber diese physiologischen Einwirkungen auf die Pigmentverteilung und deren Schwankungen in der Haut unserer Fische sind, entzieht sich einstweilen jeder Beurteilung.

II. Einige Bemerkungen über die Labyrinthfische.

Es ist merkwürdig, welche Macht die Phrase sich zu erringen versteht, nicht bloss im Gemütsleben, sondern auch im Verstandesleben der Völker. Man sollte meinen, dass die wissenschaftliche Arbeit frei sein würde von diesem bedenklichen Einfluss unbestimmter Gefühle des Menschen, die ihn etwas glauben, wiederholen und verfechten lassen, was er nicht annimmt, weil er der inneren Logik solcher Sätze sich beugt, sondern die er für richtig hält, bloss weil die häufige Wiederholung solcher Sätze ihm diese durch sein Ohr schliesslich auch in den Verstand eintrichtert.

Und dennoch liesse sich eine reiche Blumenlese solcher Sätze in jeder Wissenschaft wohl aufdecken, und vielleicht ist es die Zoologie, in ihrer Eigenart nicht am wenigsten subjektiv, welche sich einer solchen Untersuchung ungesuchter als irgend eine andere Wissenschaft bieten würde. So ist es ihr z. B. mit der Auffassung der im Titel genannten Fische und ihrer Lebenserscheinungen ergangen. Nicht auf einer streng wissenschaftlichen Untersuchung der sogenannten Labyrinthfische und ihrer Lebenserscheinungen beruht unsre Kenntnis von diesen Tieren, und man wird sich des Einflusses einer günstigen Stimmung für die in dieser Beziehung massgebenden Sätze und Anschauungen, sowie ihrer Fehler erst dann recht bewusst, wenn man dieses gemütlich subjektive Verfahren, welches eigentlich in der Wissenschaft keine bleibende Stätte finden sollte, bis auf die Spitze in paradoxer Weise getrieben sieht.

Wohl mancher Zoologe wird schon das Wunderbare unbequem empfunden haben, das darin liegt, wenn er Sätze liest, wie: „Die *Anabas scandens* erklettern in den Tropen der östlichen Hemisphäre die Palmbäume“, während er dabei absolut gar nichts oder wenigstens nichts Genügendes über die Mechanik der Bewegungen eines kletternden, schwimmenden Tieres, wie ein Fisch es doch eigentlich ist, erfährt. Wenn er dann aber hört, dass es Fische geben soll, welche wie unsre Aale über Land gehen oder wie die *Periophthalmus* am Ufer des indischen Meeresbeckens, nach ihrer Beute hüpfen, und dabei sich in meterlangen Sätzen über einen Fuss hoch in die Luft erheben, so wird er unwillkürlich geneigt gemacht, jene indische Geschichte von den Palmenkletterern gläubig anzunehmen. So ist es ausser mir selbst gewiss noch vielen anderen ergangen, und so habe ich denn auch die bekannte Geschichte von den Anabas auf Grund ganz ungenügender Argumente mit in mein Buch über die natürlichen Existenzbedingungen der Tiere kritiklos aufgenommen. Stolpert man dann aber beim Lesen sonst ganz ernsthafter und nüchterner Bücher, wie das von Prof. Hess: „Das Süsswasser-Aquarium und seine Bewohner“ eines ist, über Sätze, wie z. B.: „Der Anabas klettert in seiner Heimat auf Palmen, um Palmwein zu trinken“ — man denke sich einen Fisch wie die Studenten in Würzburg über Berg und Thal nach Dürrbach steigen, um dort Federweissen zu trinken —, so wird das Mass des zu Glaubenden doch wirklich ein wenig gar zu voll. Und damit setzt dann die wissen-

schaftliche Kritik auch da wieder ein, wo sie gleich von Anfang an hätte beginnen sollen, und es ergibt sich somit als Programm für die folgenden Linien die Frage, ob denn nicht auch bei der früheren, einfachsten Formulierung des Satzes eine strengere Kritik hätte ihren Haken einschlagen können.

Bleiben wir zunächst einmal bei dem Satz von Hess stehen: „Der Anabas klettert auf Palmbäume, um den Wein zu trinken.“ Obgleich dieser Satz bei Hess unter Anführungszeichen steht, erfahren wir doch nicht, auf Grund welcher Beobachtung dieser Ausspruch beruht. Man dürfte schliessen, dass nicht Hess selbst solche Beobachtung gemacht haben will, und er dürfte dazu auch gar nicht im stande gewesen sein, denn soviel ich weiss, war Hess nie in den Tropen, was doch hätte sein müssen, um zu sehen, wie ein Fisch Palmenwein trinkt. Also wird das wohl auch nur ein Citat gewesen sein, aber aus welchem Autor erfahren wir nicht. Somit steht der Satz auf Hessens Verantwortlichkeit. Eine andere Frage ist freilich, ob Hess geneigt sein würde, diese Verantwortung zu übernehmen. Ich meinerseits wenigstens würde mich weigern dies zu thun, denn bis jetzt liegt wenigstens keine einzige Beobachtung vor, die erwiese, dass es weintrinkende Fische giebt, und so lange eine positive Beobachtung über solche problematische Fähigkeit der Fische nicht festgestellt ist, wird es nicht bloss gestattet, sondern eine Notwendigkeit sein, zu behaupten, dass jener Satz von den Palmwein trinkenden Anabas nur eine, eine Unmöglichkeit behauptende Phrase sei. Und damit ist denn auch diese moderne Übertreibung des alten Satzes von dem Palmenklettern der Fische zunächst in ihrer besonderen Absurdität erwiesen; übrigens ist zuzugeben, dass Hess selbst jene von unbekannten Reisenden aus dem 9. Jahrhundert den Fischen zugeschriebene Fähigkeit des Weintrinkens nicht zu glauben scheint.

Wenn nun auch der besondere Zweck, zu welchem nach Hess die Anabas Palmenbäume erklettern sollen, als eine offenbare Unmöglichkeit bezeichnet und zurückgewiesen werden muss, so könnte darum doch der Satz, dass die Anabas in ihrer Heimat wirklich Palmbäume erklettern doch zu Recht bestehen bleiben, nur müsste man dann freilich nach andern Motiven suchen, als Hess sie angiebt. Und vor allem gehörte zur Annahme jenes Satzes eine sorgfältig kritische Untersuchung der Beobachtungen, auf Grund welcher obiger Satz formuliert wurde.

Hier scheint es nun in der That, als ob die von verschiedenen Naturforschern älteren Stils angeführten Beobachtungen wirklich gut beglaubigt seien.

Wenn nun nicht, wie es nach der Hess'schen Äusserung fast zu sein scheint, neuere Beobachtungen über diesen Gegenstand vorliegen, was ich nicht weiss, so lassen sich alle Äusserungen der verschiedensten Zoologen bis zu Bloch und Cuvier zurück auf eine einzige Quelle zurückführen. Es ist dies die bekannte kurze Äusserung von Leutnant Daldorff aus Tranquebar, welche im Namen dieses Herrn Sir Joseph Banks am 6. Januar 1795 der Linnean Soc. vorlas. Diese unter dem Titel: „Nat. history of Perca Scandens" veröffentlichte Beschreibung ist durchaus klar und lässt sich wohl mit den zu beobachtenden Verhältnissen der Fische und ihrer Lebensweise in Einklang bringen, gestattet aber, wie mir scheint, kaum eine Anwendung auf den von Hess supponierten Fall. Nach ihm sollen ja die Anabas Palmbäume erklettern, um auf ihnen Palmwein zu trinken. Nun sind die einzigen Palmbäume, deren Blütenstand angeschnitten jenen Zuckersaft liefert, aus dem der in Indien viel getrunkene halbgegorene Wein bereitet wird, welcher allein durch das Wort Palmwein bezeichnet werden kann, die Kokospalmen. Die Kokospalmen aber haben einen mitunter bis zu 40 Fuss hohen schlanken und glatten Stamm, welchen selbst die gewandten Eingeborenen nur unter grosser Anstrengung, bei Anwendung besonderer Kletterinstrumente, zu ersteigen im stande sind. Solchen Verhältnissen entspricht nun die Beschreibung Daldorffs gar nicht. Dieser sagt: „Dass er gesehen habe, wie ein solcher Fisch in der Ritze einer unweit eines Teiches stehenden Palme in die Höhe geklettert sei, indem er sich mit den Stacheln der ausgespreizten Kiemendeckel an den Wänden des Spaltes gehalten, den Schwanz hin und her bewegt, die Stacheln der Afterflosse an die Wand gestützt, die Deckel von neuem angesetzt und sich in dieser Weise aufwärts bewegt habe, auch nach dem Fange noch mehrere Stunden im Sande eines Schuppens umhergelaufen sei!" (Nach Hess: „Das Süsswasser-Aquarium und seine Bewohner", pag. 150.) Die dieser Beschreibung von Hess beigegebene Abbildung, offenbar in einer europäischen lithographischen Anstalt komponiert, nicht aber nach Beobachtungen des lebenden Tieres in seiner Heimat gemacht, entspricht dieser Beschreibung nicht; denn es liegen darin die Kiemen-

deckel dem Körper des Fisches vollständig glatt an, spreizen sich also nicht, wie es nach Daldorff geschehen soll; vielmehr scheint der Fisch auf den Spitzen der 2 Bauchflossen, der Afterflosse und der Schwanzflosse auf ebenem Boden zu balancieren. Man wird aus dieser Abbildung schliessen dürfen, dass der Fisch unter abwechselndem Vorstrecken der linken und rechten Bauchflosse, und bei Benützung der median gestellten After- und Schwanzflosse sich wohl auf horizontalem Boden fortbewegen könne. Wie nun aber der Fisch im stande sein solle, sich an dem glatten Stamm einer Kokospalme, unter Benützung derselben Bewegungsmittel, den Körper frei in der Luft, senkrecht hinauf zu schieben, bleibt unerörtert; die Unmöglichkeit solches Vorganges leuchtet ohne weiteres ein, ausserdem aber liefert die Daldorff'sche Beschreibung ein schlagendes Argument gegen solche Hypothese. Daldorff sagt nichts von der Kokospalme, nennt vielmehr die in Indien in der Uferregion des Kontinents und der hinterindischen Inseln weitverbreitete Fächerpalme, *Borassus flabelliformis,* als diejenige, in deren Rindenspalten er den Fisch kletternd gefunden habe. Und das ist auch leicht begreiflich. Diese Palme entwickelt nur bei sehr hohem Alter einen eigentlichen Stamm; sie bleibt viele Jahre kurz, nimmt dagegen verhältnismässig rasch in die Dicke zu; die Blattscheiden, ungemein breit, bleiben nach dem Abbrechen der abgestorbenen Blattstiele mit dem eingeschlossenen Stamm in Verbindung, und sie umkleiden schräg abstehend denselben bis auf grosse Höhe hinauf. So bilden sich von dem Boden aus zwischen Stamm und den mächtigen dicken Blattscheiden tiefe Löcher oder Spalten, in deren Tiefen sich in der Regenzeit kleine Mengen Regenwassers zu Diminutiv-Tümpeln ansammeln. In diesen Höhlungen, von Wasser erfüllt, halten sich, wie ich aus eigener Erfahrung versichern kann, eine Unmasse von Tieren, Würmer, Schnecken, Landkrabben und Amphibien auf; die Möglichkeit, dass auch in ihnen ein Fisch von höchstens 6 Zoll Länge sich zeitweilig aufhalten könne, ist bei der grossen Breite der vom Stamm abstehenden, diese Wasserbecken bildenden Blattscheiden nicht zu bestreiten, und der positiven Beobachtung von Daldorff gegenüber auch leicht anzunehmen, da seine Beschreibung der Bewegungen des Tieres den Vorgang vollkommen glaubhaft macht. Der oben aus Hess, l. c. pag. 150, ausgezogene Satz giebt diese Beschreibung ganz gut wieder; die Stacheln der Afterflosse dienen

dabei dem in die Höhe strebenden Fische zur Stütze von unten; die Stacheln der ausgespreizten Kiemendeckel dagegen zum successiven Emporschieben an den Wänden des Spaltes zwischen Blattstiel und Stamm, sodass bei der successiven Hin- und Herbewegung des Schwanzes die gleiche Vorwärtsbewegung nach oben erzielt wird, wie sie der Schornsteinfeger früher anwendete, um in engen Kaminen sich mittels der Schultern, Kniee und Körperbewegungen emporzuheben. Die Beobachtungen Daldorffs also enthalten keine Unmöglichkeit, vielmehr geben sie eine vollständig einleuchtende Erklärung solchen Klettervorganges eines Fisches, wobei man ihn freilich nicht auf jede beliebige Palme, geschweige denn auf die mit glattem Stamm hoch in die Luft ragende Kokospalme anwenden darf. Auch das von Daldorff beschriebene stundenlange Gehen im trocknen Sande lässt sich sehr wohl hiernach verstehen, da sich ja gewiss der Fisch in der Stellung, wie sie ihm von Hess, l. c. pag. 150, gegeben wird, unter abwechselnden Verschiebungen des Körpers nach links und rechts, durch die abwechselnde Verwendung des rechten und linken Kiemendeckels, und durch Unterstützung der medianstehenden After- und Schwanzflosse offenbar leicht wird fortbewegen können.

Ob freilich, wie es nach dem Bilde von Hess und auch nach einer Abbildung in Brehms Tierleben zu schliessen wäre, diese Fische in Gesellschaft, vielleicht familienweis über Land ziehen, um etwa mit Hess nach einer Kneipe für Fische oder nach neuen Wasserbecken zu suchen, ist freilich eine andere Frage. Hier kann nur die Beobachtung entscheiden, und zwar gut beglaubigte Beobachtung durch einen glaubwürdigen und bekannten Naturforscher. Eine solche liegt aber nicht vor; ganz im Gegenteil haben verschiedene Forscher die behauptete Wanderung über Land bestritten, gerade so für den Anabas, wie für die gleiche, häufig erzählte Wanderung unserer Aale nächtens in die nächstgelegenen Erbsenfelder; auch diese, nur von ungebildeten Leuten geglaubt und wiedererzählt, wird von unseren tüchtigsten, praktisch erfahrenen Fischkennern Siebold, Beneke, Zenk u. a. einfach in das Reich der fables convenues verwiesen.

Auch ich muss mich diesen Forschern durchaus anschliessen. Bei meinem lange dauernden Wanderleben habe ich wohl oft genug Wasserschnecken, Land- und Wasserkrabben über Land wandern

sehen, niemals aber die *Anabas scandens*, obgleich ich sie auf sumpfigen Reisfeldern aus dem Wasser während der Regenzeit sehr häufig mit Netzen gefangen, während der trocknen Jahreszeit gleichfalls recht häufig aus dem vertrockneten Schlamm derselben Felder mittels des Spatens ausgegraben habe.

Es steht also hiernach fest, dass diese Erzählung von den Palmen erkletternden, Palmwein trinkenden Fischen in das Reich der Jagdgeschichten hineingehört.

Man hätte also auch besser gethan, diese Geschichten nicht als Ausgangspunkt und Grundlage physiologischer und biologischer Erörterungen zu benutzen. Das ist aber schon von Cuvier und allen Nachfolgern geschehen; denn im Glauben an diese Jagdgeschichte, vielleicht aber auch bloss durch Cuviers Autorität verführt, haben alle Nachfolger Cuviers nach Organen und Einrichtungen der Atmungshöhle gesucht, angeblich aber auch solche gefunden, welche dem offenbar notwendigen Bedürfnis genügen könnten. Das sind die bekannten Labyrinthorgane der sog. Labyrinthfische. Es liegen diese, wie ja zur Genüge bekannt, in einer fast bei allen Formen über der eigentlichen Kiemenhöhle liegenden Nebenhöhle, in Form von je nach den Arten verschieden gewundenen blattförmigen Fortsätzen des dritten Gliedes des typischen ersten Kiemenbogens. Diese sollen dann, so wird behauptet, im stande sein, Wasser in hinreichender Menge zwischen sich mitzunehmen, um dadurch während des Lebens auf dem Lande die wirklichen Kiemen stark genug zu befeuchten, und den benötigten Sauerstoff zuzuführen. Es soll also die Höhle des Labyrinthorganes, welches zwischen den Blättern desselben hinreichendes Wasser für die Bespülung der echten Kiemen in Reserve zu halten im stande sei, gewissermassen ein Hilfsorgan für die Bethätigung normaler Wasseratmung durch Kiemen sein.

Nun haben aber früher schon Sir Francis Day und ich (in meinen Existenzbedingungen), neuerdings auch wieder ein russischer Forscher, Zograff[1]), behauptet, dass in dieser Höhle des Labyrinthorganes gar kein Wasser enthalten sei, zugleich aber auch gesagt,

[1]) Biologisches Centralblatt, Bd. 5, 1886.

dass es ein Organ wäre zur Aufnahme kühler Luft. Wie er freilich diesen Ausdruck, es nehme das Labyrinthorgan kühle Luft auf, begründen will, erfahren wir nicht; kein Wort auch steht in seinem Aufsatz von einer Erörterung oder Darlegung der Quelle, aus welcher jene kühle Luft stamme, was doch offenbar notwendig war, um solche Behauptung zu begründen. Dies war um so mehr notwendig, als doch alle Labyrinthfische den Tropenländern angehören, wo gewöhnlich eine tropische Temperatur herrscht, kühle Luft aber oder was wir kühle Luft nennen würden, doch entschieden nur unter ganz besonderen Umständen für die Fische zu erlangen wäre. So ohne weiteres können wir also Zograff nicht glauben, dass die Luft kühl sein müsse, welche der Fisch in seine Labyrinthhöhle aufnehmen könne. Übrigens ist es auch überflüssig, sich mit Zograff darüber herumzustreiten, ob der Labyrinthfisch im stande sei, beim Leben in den natürlichen Existenzbedingungen irgendwo kühle Luft zu finden, wenn anders man mit ihm darin übereinstimmt, dass in diesem Organ nicht etwa sauerstoffreiches Wasser, sondern nur schlechthin Luft enthalten sei. Und das kann in der That nun vollständig geschehn; denn eine sorgfältige Untersuchung eines jetzt bei uns leicht zu habenden und nicht schwer in unsern Aquarien zu züchtenden Labyrinthfisches, des *Macropodus*, erweist sofort, dass Zograff recht hat, wenn er sagt, dass die Höhle des Labyrinthorgans dieses Fisches Luft enthalte.

Gleich wie Zograff habe auch ich einige lebende Exemplare dieses Fisches dem Versuch geopfert, die Luft zu untersuchen, welche in dem Labyrinthorgan normaler Weise enthalten ist. Genau wie diesem Forscher erging es auch mir; die aufgefangene Luftmenge, ungefähr $^1/_{10}$ ccm genügte selbstverständlich nicht zu einer genaueren Analyse; aber es genügte dieser Versuch, um die Zograff'sche Meinung zu bestätigen, dass das Labyrinthorgan kein Organ zur Aufnahme von Wasser sei, sondern zur Aufnahme von Luft diene, und es ist leicht festzustellen, dass auch Tiere, welche, wie unsre hier in unsern Aquarien gezüchteten Macropoden normaler Weise Luft in ihrem Labyrinthorgan, auch ohne den Versuch aufs Land zu gehen, entwickeln oder enthalten.

Es ergiebt sich nunmehr die Frage, woher denn nun diese Luft stamme. Man könnte z. B. daran denken, dass ähnlich wie bei unsern gewöhnlichen Süsswasserfischen aus dem Überschuss des

Sauerstoffes in dem Blut ein Gemisch von Sauerstoff und Stickstoff, also Luft, in die Schwimmblase hinein abgesondert wird, so auch hier bei unseren Macropoden ein dem Fische schon angehöriger Überschuss von Luft im Labyrinthorgane abgelagert werde. Dann würde man vermuten können, dass die so aufgespeicherte Luftmenge, ähnlich wie die in der Schwimmblase einer Schleie oder eines Wels abgelagerte Luft in Zeiten des Luftmangels verwendet werde, um die sonst entstehende Not zu bekämpfen. Dann wäre das Labyrinthorgan als eine Art von Lunge anzusehen, die aus der morphologischen Änderung eines Teils der Kiemenhöhle unter Funktionswechsel entstanden ist. Dieselbe Deutung aber würde notwendig werden, wenn man zu der Überzeugung käme, dass die im Labyrinthorgan zweifellos vorhandene Luft nicht auf jenem oben angedeuteten Wege entstanden sei, sondern vielmehr auf rein mechanischem Wege von dem Fisch willkürlich in das Labyrinthorgan gebracht werde.

Die soeben aufgeworfene Frage ist nun aber weder von Cuvier noch seinen Nachfolgern, noch von Zograff selbst untersucht worden. Dieser letztere giebt in dem schon citierten Aufsatze an, es enthalte das Labyrinthorgan kühle Luft. Er diskutiert aber diese Frage gar nicht weiter, stellt sie einfach in bejahendem Sinne positiv hin. Wir sind also berechtigt, wenn wir uns nicht einfach seiner Autorität unterwerfen wollen, sie abermals aufzunehmen und den Versuch zu machen, sie durch Beobachtungen oder Experimente zu entscheiden.

Zur Beantwortung der einen Frage, dass das Labyrinthorgan Luft enthalte, thut, da Übereinstimmung zwischen Zograff und mir herrscht, eine detaillierte Aufzählung der dazu nötigen Argumente wohl kaum nötig. Weniger Übereinstimmung scheint allerdings in Bezug auf den zweiten Punkt, woher diese Luft genommen werde, zwischen den Ansichten Zograffs und den meinigen zu bestehen.

Ich selbst habe nämlich aus der langdauernden fortgesetzten Beobachtung der Tiere im Aquarium die Überzeugung gewonnen, dass die Annahme einer Aussonderung von Luft aus dem Blute in das Labyrinthorgan hinein, wie bei unsern Süsswasserfischen, vollständig überflüssig ist, denn es steht ihnen eine, in der That auch

von ihnen reichlich benutzte Luftquelle zur Verfügung. Man kann sehr leicht beobachten, wie diese Fische fortwährend beschäftigt sind, über die Oberfläche des Wassers hinauszuschiessen oder auch ruhig sich in die Luft zu erheben und dabei von der überlagernden Luft wegzuschnappen. Je nach der Quantität der so verschluckten Luftmenge lässt der Fisch, nachdem er sich rasch in das Wasser wieder zurückgezogen, teils aus dem Maule, teils hinter den Kiemendeckeln, an einer ganz bestimmten Stelle Luft in verschieden grossen Blasen wieder entweichen. Daraus geht nun zunächst allerdings nur hervor, dass der Fisch Luft gewissermassen frisst, nicht aber erfahren wir dadurch etwas Positives über den Ort, wohin die so verschluckte Luft gebracht wird. Sie könnte einmal wirklich verschluckt, d. h. zunächst in den Schlund und in den Magen oder Darm übergeführt werden; es könnte zweitens dieselbe Menge Luft im Maul oder unter dem Kiemendeckel herausgestossen werden. Die erste Annahme, dass die Luft, wie bei dem Schlammpeizker in den Darm oder Magen hineingepresst werde, ist sehr unwahrscheinlich; auch liegen gar keine Versuche in dieser Richtung vor, noch scheint diese Möglichkeit von Zograff, dem einzigen Beobachter der lebenden Tiere, als beachtenswert angenommen worden zu sein. Die zweite Beobachtung, dass jedesmal mit dem Schnappen von Luft auch ein Ausstossen von Luftbläschen erfolge oder damit gleichzeitig verbunden sei, hat auch Zograff gemacht, aber er vergisst die Frage aufzuwerfen und zu diskutieren, ob der Fisch denn auch genau ebensoviel Luft wieder ausstosse, als er eben vorher durch sein Maul aufgenommen habe. Fast scheint es, als wenn Zograff dieser Ansicht sei, eine Meinung, welche ich freilich nicht zu teilen vermöchte. Denn es scheint bei genauer Beobachtung der Thätigkeit dieser Fische beim Luftschlucken, als ob nach der weiten Öffnung des Mauls dabei viel mehr Luft aufgenommen, als gleich nachher ausgestossen werde. Es liegt auf der Hand, dass eine Schätzung in dieser Art gemacht, durchaus unsicher und deshalb auch gar Nichts beweisend ist. Wohl aber kann ich eine wie mir scheint durchaus beweisende Beobachtung anführen für die, wenigstens zeitweilige, Ablagerung der durch das Schlucken aufgenommenen Luft in der Mund-, Kiemen- und der Labyrinthhöhle. Denn es ist durchaus nicht Regel, dass wirklich gleich nach dem Luftverschlucken eine anscheinend ebenso grosse Luftmenge wieder ausgestossen werde. Ich habe vielmehr des öfteren

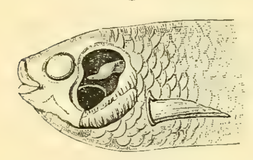
bemerkt und durch vielfache Wiederholung solcher Beobachtung völlig sichergestellt, dass ein solcher, wenn ich so sagen darf, luftatmender Fisch, mit geschlossenem Maul sofort wieder untertaucht, ohne dabei Luft aus diesem oder hinter den Kiemendeckeln wieder entweichen zu lassen. Daraus geht also hervor, dass die zuvor aufgenommene Luftmenge in einer der drei erwähnten Höhlen am Kopfe eingeschlossen und festgehalten worden sein muss. Das Wo? lässt sich durch direkte Beobachtung natürlich nicht feststellen, da bei der vollkommenen Undurchsichtigkeit der Haut und aller Knochen am Kopfe dieses Tieres nicht beobachtet werden kann, wo die Luft festgehalten wird. Wohl aber lässt sich wahrscheinlich machen, dass der Ort für die Ablagerung der Luft die Höhle des Labyrinthorgans sei.

Bei den Versuchen nämlich, die chemische Natur der nach Zograff und mir übereinstimmend in der Labyrinthhöhle vermuteten Luft zu untersuchen, musste ich, um sie auffangen zu können, den Fisch unter Wasser festhalten und mit einem feinen Augenmesser den Kiemendeckel derart anstechen, dass nach der topographischen Lagerung dieses Teiles die Labyrinthhöhle geöffnet werden musste. Hatte ich dann das Messer so tief eingeführt, dass ich, ohne Gefahr zu tief zu kommen, nicht weiter stechen durfte, zog ich dasselbe bis in die gemachte Wunde zurück, drehte hier die Schneide um 90° um, so dass die Wunde klaffend gemacht und so der eingeschlossenen Luft ein Ausgang eröffnet wurde. Es bedurfte also weiter keiner Manipulationen, um die Luft aus der angestochenen Labyrinthhöhle heraustreten zu lassen; weder Blut, noch Schleim, noch Fett wurden dabei aus der Stichöffnung entleert. Und da nun derselbe Fisch nicht lange vorher in meinem Aquarium Luft an der Wasseroberfläche geschnappt hatte, ohne bald nachher Luftblasen in der oben bezeichneten Weise austreten zu lassen, so ist wie mir scheint, der Schluss wohl gestattet, dass die vorher aufgenommene Luft in der Höhle des Labyrinthorgans aufbewahrt worden war, bis ihr ein Ausweg durch das Messer eröffnet wurde.

Nun sagt allerdings Zograff an schon bezeichneter Stelle, dass eine Verbindung zwischen der Labyrinthhöhle und Mundhöhle nicht bestehe, sodass also auch die mit dem Maule, wie leicht erkennbar aufgeschnappte Luft nicht direkt in die Labyrinthhöhle gelangen könne. Dieser Behauptung muss ich indessen direkt widersprechen,

denn es stehen beide Höhlungen untereinander und auch mit der Kiemenhöhle in direktem Zusammenhang, und man kann auch bei ganz unverletztem Tier unter hinreichend weiter Öffnung des Maules von der Mundhöhle aus über eine konkave Hautbrücke hinweg gleichzeitig zwischen die Kiemenbögen in die Kiemenhöhle und in die dorsal gelegene, jederseits befindliche Labyrinthhöhle hineinblicken (siehe Holzschnitt Fig. 1). Wie Zograff nun zu der gegenteiligen Äusserung kommt, ist mir unerfindlich, und ich lege zur Erhärtung der Richtigkeit meiner widersprechenden Behauptung eine von Herrn Rabus gefertigte Abbildung (s. Holzschnitt) jenes Fisches dem Leser vor, der bei dem vorhin beschriebenen, allerdings wenig ausgiebigen Versuch, die Luft aus der Labyrinthhöhle zu gewinnen, sein Leben hatte lassen müssen. Es geht aus der Besichtigung dieser Abbildung hervor, dass die beiden Kiemenhöhlen in der Mitte der Mundhöhle miteinander in Verbindung stehen; ebenso aber auch, dass die Labyrinthhöhlen direkt in die darunter liegenden Kiemenhöhlen jederseits übergehen. Zum Überfluss kann man auch durch Untersuchung junger Fischchen von 2—5 Monaten Alter feststellen, dass ursprünglich die Labyrinthhöhlen noch gar nicht bei ihnen angelegt sind, und dass erst später die Scheidung der dorsal liegenden Labyrinthhöhlen von den Kiemenhöhlen durch Auftreten einer Falte vor sich geht, die von dem ersten Kiemenbogen beginnend, die erste Grundlage für die Ausbildung der späteren knöchernen Labyrinthlamellen bildet. Und in Übereinstimmung damit hat Peters schon vor langer Zeit gezeigt (Müllers Archiv 1856), dass während des Wachstums der Labyrinthfische das Auftreten dieser Labyrinthblätter in einem ziemlich späten Lebensalter beginnt.

Fig. 1.



Daraus geht wohl zur Genüge hervor, dass die Labyrinthhöhle kein im Embryonalleben auftretendes Organ ist, sondern in ziemlich spätem Lebensalter durch Faltenbildungen von dem ersten Kiemenbogen aus von der schon bestehenden Kiemenhöhle sekundär abgetrennt wird. Peters beschreibt ausführlich, wie die Lamellen des Labyrinthorgans erst klein und wenig zahlreich sind, erst mit zunehmendem Alter die bekannte komplizierte Gestalt ihrer Windungen annehmen und die dadurch bedingte Einengung der Kiemenhöhle hervorgerufen wird.

Nun hebt aber Zograff ausdrücklich hervor, dass die Lamellen oder Falten des Labyrinthorgans zwar nicht direkt aufeinanderliegen, doch aber so nahe bei einander sind, dass die Luft in der Labyrinthhöhle vor dem allzu leichten Entweichen aus dieser durch Adhäsion an den Lamellen des Labyrinthorgans bewahrt werde. Das scheint mir ganz richtig zu sein, und es wird, glaube ich, dann immer eintreten müssen, wenn der Fisch nach dem Luftschnappen mit dem Maule die Kopfgegend, in welcher jenes Organ liegt, ruhig verhält. Es wird vor allem dann leicht geschehen, wenn der Fisch, nach der Aufnahme der Luft die normale ruhige Schwimmlage, also horizontal einnimmt, da ja dann die Luft nicht nach oben hin durch den Verschluss des Kiemendeckels entweichen kann.

Ist also wirklich, wie ich glaube, die Labyrinthhöhle ein Organ zur Aufnahme von Luft zur Hilfsatmung des Tieres, so ist damit die alte Annahme widerlegt, es sei ein Organ zur Aufnahme von Wasser, welches diesen Tieren dazu dienen solle, bei ihren Spaziergängen auf dem Lande, in der Luft oder gar auf Bäumen die darunter liegenden Kiemenblätter zu befeuchten und dadurch zu verhindern, dass durch das sonst leicht mögliche Zusammenklappen und Trockenwerden der Kiemenblätter die Atmungsthätigkeit dieser letzteren zu sehr oder ganz und gar verhindert werde. Zu was aber soll auch ein solches Befeuchtungsorgan der Kiemen dienen, wenn der Fisch, der ein solches besitzt, überhaupt nie in die Lage kommt, dasselbe zu gebrauchen? Denn wenn ich auch gerne zugeben will, dass meine Beobachtungen des berühmtesten Labyrinthfisches, des *Anabas scandens* als rein negativer Art gegenüber den positiven Behauptungen Daldorffs von solchen Spaziergängen des Fisches nicht weiter sonderlich beachtet zu werden verdienen, so kann ich doch andrerseits ebenso positiv versichern, dass der *Macropodus* sein Labyrinthorgan, das ziemlich stark und durchaus normal entwickelt ist, niemals brauchen kann; denn er versucht nie, wenn man ihn sich selbst überlässt, auf das Trockene zu gelangen, ebenso wenig auch jemals den Rand des Aquariums zu überspringen, selbst dann nicht, wenn die Oberfläche des Wassers fast die gleiche Höhe wie der Rand des Aquariums hat. Das thut dieser Labyrinthfisch nicht einmal im jugendlichsten Alter, noch wenn er erwachsen ist; das thut er auch nie, wie es so häufig unsere Karpfen, Forellen thun, wenn sie in schlechtem, wenig sauerstoffreichem Wasser sind.

Dieses Bedürfnis, aus sauerstoffarmem in sauerstoffreiches Wasser zu gelangen und wie es so leicht bei unseren einheimischen Süsswasserfischen konstatiert werden kann, scheint bei den Macropoden überhaupt gar nicht zu existieren. Das geht daraus hervor, dass ich im Sommer des Jahres 1889 3 Bruten mit gutem Erfolg und ohne jeglichen Wechsel des Wassers bei einer Temperatur desselben von 20—24° R. und unter direkter Beleuchtung durch Sonnenstrahlen gross zu ziehen vermochte. Dabei war das Wasser zeitweise völlig stinkend und grün geworden durch eine massenhafte Algenvegetation darin, sodass die kleinen Fischchen nur schwer darin zu sehen waren. Dass die so unter offenbar ungünstigen Umständen erzogenen Fische überhaupt nicht und vor allem nicht an Sauerstoffmangel gelitten haben können, geht daraus hervor, dass sie jetzt, etwa 9 Monate nach ihrer Geburt, die normale bunte Färbung, die langen Flossen und die Grösse fast erwachsener Tiere bereits erlangt haben, dabei vollständig munter sind, keine Spur von Pilzen an ihrem Körper zeigen, reichlich Futter nehmen, und bereits Anzeichen geben von den herannahenden interessanten, von Beneke so genau beschriebenen Liebesspielen ihrer Begattungsperiode.

III. Künstliche Frühgeburt beim Landsalamander.

Jeder Zoologe, welcher seine Schüler zootomische Übungen anstellen lässt und ihnen zu dem Behufe im Spätherbst lebende Erdsalamander zur Verfügung stellt, wird wohl schon einmal Weibchen gefunden haben, deren Eileiter im unteren, als Uterus zu bezeichnenden Abschnitte lebende Embryonen oder Larven enthielten. Diese Eigenschaft unserer heimischen Landsalamander, schon im Herbst mitunter mit recht zahlreichen Jungen geladen zu sein, oft mit mehr als 40—50, habe ich schon vor Jahrzehnten benutzt, den Schülern lebende Amphibienlarven mitten im Winter zu demonstrieren; man braucht eben nur die Jungen eines im Kurs verarbeiteten Salamanders aus dem Eileiter zu entnehmen, um die Kaulquappen mit ihren Beinen und äusseren Kiemen in flache Schalen mit Wasser setzen und die so zu früh geborenen Salamanderlarven lange Zeit während des Winters lebend erhalten zu können. Es gelingt sogar, solche im November, also um mindestens 6 Monate zu früh geborene Salamander im nächsten Frühjahre zur vollstän-

digen Verwandlung in einen Erdsalamander zu bringen. Die elende Einrichtung des alten in der Universität untergebrachten zoologisch-zootomischen Instituts nahm mir auf lange Zeit die Freude an solchen Experimenten; nun aber, da ich in dem neuen, zweckmässig eingerichteten Institute wieder Freude an derartigen Versuchen gewinne, habe ich gleich den ersten zootomischen Kursus, den ich im neuen Heim abhalte, benutzt, den alten Versuch zu wiederholen. Unter etwa 12 der anatomischen Untersuchung geopferten Tieren fand sich allerdings nur ein trächtiges Weibchen; dieses aber hatte dafür 35 lebensfähige Junge in seinem Uterus, welche dann auch, aus ihrem finstern Lokal befreit, gerade wie die früher ebenso behandelten sofort in eine flache Schale mit Wasser gesetzt, sich benahmen, als hätten sie das Tageslicht schon lange gekannt, mit offenbarem Selbstbewusstsein sich bewegten, und die ihnen bald darauf angebotenen Daphniden mit Gier aufsuchten und verschlangen.

Über eine analoge Erfahrung berichtet ein Herr G. S. Huntington in den Blättern für Aquarien- und Terrarien-Freunde 1890, Nr. 23 u. 24 unter dem Titel: „Eine Züchtung des Landsalamanders im Winter.“ Es ist zweifellos, dass die im Laufe des 13. u. 14. Dez. in seinen Aquarien, welche kaltes Wasser enthielten, ziemlich rasch hintereinander geborenen 30 Larven erst im nächsten April oder Mai hätten geboren werden sollen, also um reichliche 4 Monate zu früh zur Welt kamen. Die Ursachen dieser Frühgeburt erfahren wir aber nicht; ebensowenig auch erhalten wir irgend welche Angaben über ungewöhnliche Verhältnisse, unter denen jene abnorme Geburt stattfand und auf die man, als auf die bewirkenden Ursachen derselben, hätte hinweisen können. Es könnte indessen scheinen nach dem Wortlaute der angezogenen Mitteilung, als ob Herr Huntington der Meinung wäre, die Kälte des Wassers sei Grund der frühzeitigen Geburt gewesen. Ich zitiere hier wörtlich:

„Ich erhielt am 13. Dezember vormittags von einem auffallend grossen Salamanderweibchen 29 Junge. Am Morgen bemerkte ich beim Reinigen der flachen Bassins meines Terrariums, in dem sich das Tier mit mehreren seiner Gattung befand, drei kaulquappenartige Tierchen, die sehr viel Ähnlichkeit mit einer weitentwickelten Froschlarve besassen. Ich versetzte sie in ein tieferes Gefäss mit kaltem Wasser, in dem sie sich ruhig am Grunde aufhielten. Nun wurde das

Salamanderweibchen abgesondert und in ein grösseres, mit kaltem Wasser gut gefülltes Bassin gesetzt. Das schien ihm angenehm zu sein und es trieb ruhig auf der Oberfläche hin und her. Nach einiger Zeit zog es die gestreckten Hinterbeine an und legte sich etwas auf eine Seite, worauf ein Junges hervorschlüpfte und sofort lustig umherschwamm. Das jetzt folgende Gebären dauerte mehrere Stunden.“ Es steht da also kein Wort von dem Temperaturgrad, welchen das sogenannte kalte Wasser hatte, ebensowenig wird angegeben, wie warm das Wasser in der Schale gewesen, die vorher im Terrarium gestanden hatte. Es ist also ganz unmöglich, zu erraten, ob eine Erniedrigung der Temperatur dabei stattgefunden hatte oder vielleicht eine Erhöhung derselben, was letzteres a priori als das Wahrscheinlichere angenommen werden könnte.

Da indessen von den zahlreichen, im Herbst für die zootomischen Übungen in ein Terrarium eingesetzten Salamandern ziemlich zahlreiche unverarbeitet geblieben waren und unter ihnen mehrere offenbar trächtige Weibchen bis zu Ende Dezember in diesem Terrarium munter geblieben waren, so beschloss ich, den Angaben Huntingtons folgend, ein Experiment zu versuchen: ob es mir gelingen würde, trächtige Salamander durch Erniedrigung der Temperatur des Wassers zu einer künstlichen Frühgeburt zu zwingen. Bis zum 31. Dezember abends war die Temperatur des Bodens im Terrarium, in welchem ich die Salamander hielt, mit sehr geringen Schwankungen nahe an 9° R. geblieben; nach der Umsetzung der trächtigen Weibchen in ein Aquarium kamen sie in 5—6° R. warmes, also um 3—4° kälteres Wasser; am nächsten Morgen, 1. Januar 1891, hatten diese 20 Larven abgesetzt und das Wasser hatte immer noch die gleiche niedrige Temperatur von gegen 6° R. Am Abend des 1. Januar setzte ich die 20 Jungen für sich in eine Schale, die alten Weibchen blieben bei 5° Wasser-Temperatur in dem Aquarium, worin sie bereits vom 31. Dezember zum 1. Januar geboren hatten.

Obgleich nun keine weiteren Jungen geboren wurden in den nächsten Tagen, kann gleichwohl das prompte Gelingen des nach Huntingtons Vorgang angestellten Experiments als eine Bestätigung seiner Ansicht betrachtet werden, dass es die Kälte oder besser gesagt, die Erniedrigung der Wasser-Temperatur gewesen sei, welche die schwangeren Salamander zum Gebärakt in so aussergewöhnlicher

Jahreszeit genötigt habe. Ob aber auch im Freien dieselbe Ursache auch die gleiche Wirkung haben müsse, ist freilich eine andere Frage; für gewöhnlich gewiss nicht, denn sonst würden wohl eigentlich durch das doch alljährlich normal eintretende Sinken der Temperatur vom Herbst zum Winter die jungen Landsalamander rasch abgetötet und somit ein Aussterben der Species unfehlbar die Folge sein müssen. Das ist aber nicht der Fall. Dahingegen zweifle ich nicht, dass wenn durch irgend einen Zufall, etwa eine plötzliche Überschwemmung, die trächtigen Landsalamander im November oder Dezember und auch später in besonders kaltes Wasser gebracht würden, das Gleiche eintreten müsste, wie es hier und in Huntingtons Aquarien geschah. Man könnte freilich auch die Frage aufwerfen, ob nicht, um einen solchen Fall eintreten zu sehen, mit der Einwirkung der sich erniedrigenden Winter-Temperatur notwendigerweise das Wasser als solches eine Wirkung auf den Tierleib verbinden müsse, und das ist sehr wahrscheinlich, denn die von mir gehaltenen Salamander haben im Winter, obgleich die Luft-Temperatur in den Terrarien oft bis auf 6 und 4° R. heruntersank, nie auf dem Lande im Trocknen Junge geboren; auch ist mir keine Beobachtung bekannt, die erwiese, dass im Freien die immer eintretende Erniedrigung der Luft-Temperatur gegen den Winter hin jemals ein solches ungeeignetes Gebären der Landsalamander hervorgerufen hätte.

Im allgemeinen kann wohl als richtig angenommen werden, dass die Wärme und Kälte auf lebende Tiere und deren Organe nur durch ihre Schwankungen zu wirken im stande sind, und a priori kann der Satz gewiss gelten gelassen werden, dass Sinken und Steigen der Wärme den gleichen Effekt zu erzielen im stande sein möchten. Das hiesse aber, in der Anwendung auf das spezielle hier besprochene Kapitel, dass der künstliche Gebärakt ebensowohl durch Erhöhung der Temperatur als durch Erniedrigung erreicht werden könnte. Leider war ich nicht mehr im stande, diese Hypothese durch ein Experiment zu prüfen. Ich hatte allerdings noch 7 Tiere, welche ich bis dahin keinen Schwankungen der Temperatur im Wasser ausgesetzt hatte, die daher möglicherweise noch hätten Larven im Uterus haben können; als ich sie zuerst in erwärmtes Wasser, dann aber in recht kaltes, von 5—6° R. gesetzt hatte, ohne den mindesten Effekt zu erzielen, zeigte denn auch die anatomische Untersuchung, dass, wenn noch unter den 7 Stück 5 Weibchen waren, diese gar

3*

nicht hätten gebären können, weil die Uteri vollständig leer waren. Es wird also erst im nächsten Herbst möglich werden, die Einwirkung steigender Wasser-Temperatur auf schwangere Salamander zu untersuchen, während zunächst wohl nur das eine Resultat als sichergestellt angesehen werden kann, dass eine selbst ziemlich geringe Erniedrigung der Wasser-Temperatur von nur 3° R. einen künstlichen Gebärakt bei den trächtigen Salamandern hervorzurufen im stande ist.

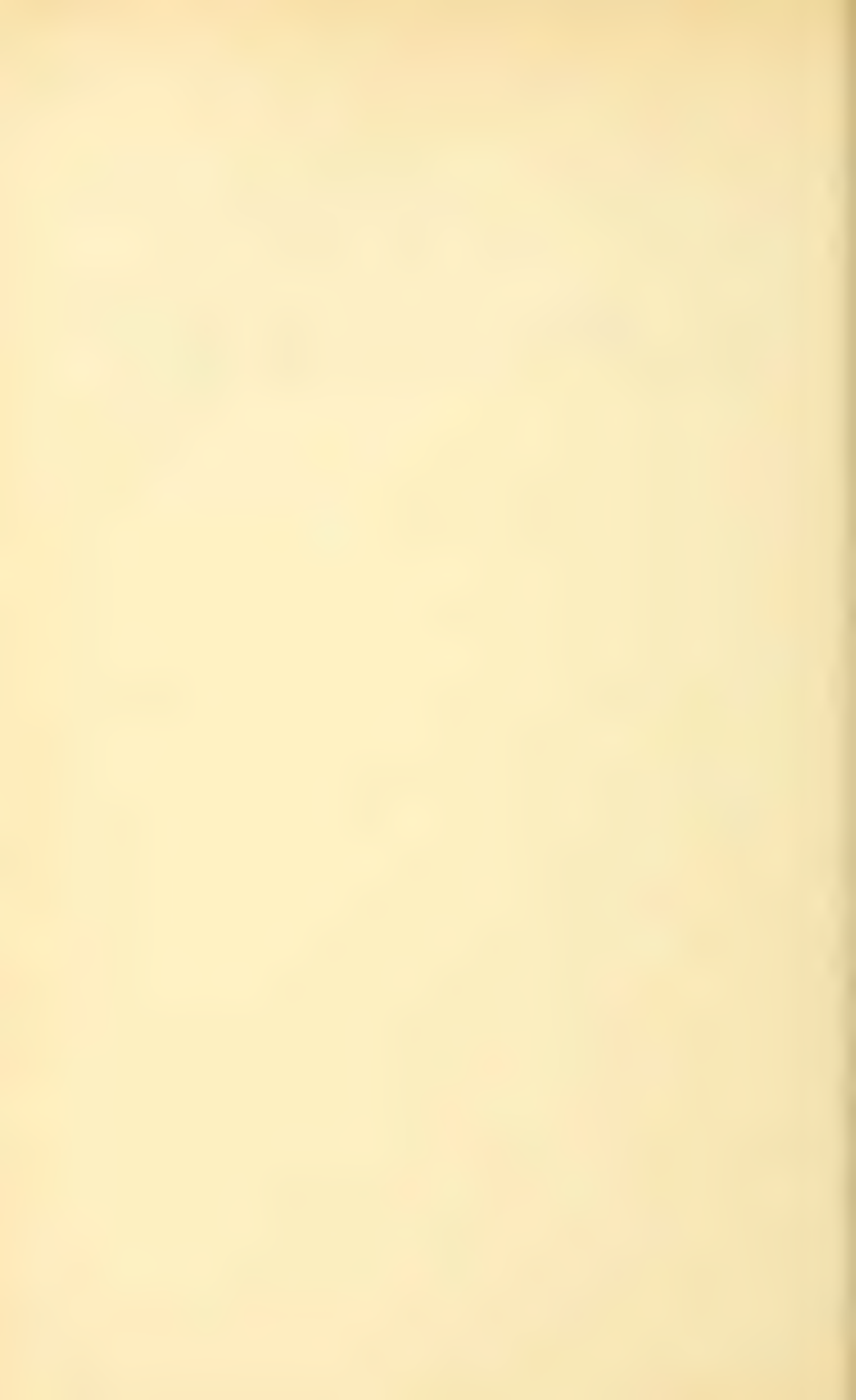
Würzburg, im März 1891.

ZU DEN BEGATTUNGSZEICHEN DER INSEKTEN.

VON

F. LEYDIG.

MIT ZWEI ABBILDUNGEN.



Nachfolgende Mitteilungen wollen wahrscheinlich machen, dass ein Vorkommnis im Bereich der Arthropoden, welches nach jetziger Kenntnis nur sehr vereinzelt aufzutreten schien, doch wohl verbreiteter sein möge.

Um dies zu zeigen, bringe ich im Anknüpfen an Bekanntes eine neue Erfahrung vor, indem ich zugleich auch eine ältere Angabe, die bisher nicht beachtet wurde, in dem hier gemeinten Sinne glaube auslegen zu können. Einige biologische Bemerkungen schliessen sich an.

I.

Linné wurde bekanntlich schon seiner Zeit aufmerksam auf ein eigentümliches Gebilde am Hinterleibsende des Apollofalters *(Parnassius Apollo),* und dieses frühe Gewahrwerden hängt vielleicht damit zusammen, dass der genannte schöne und grosse Schmetterling in Schweden nicht nur überhaupt verbreitet ist, sondern, wie man aus dem Werke Degeer's ersieht, gerade „in den Gärten um Upsal herum“ häufig fliegt. In der Fauna suecica, 1746, gedenkt Linné des Anhanges mit den Worten: „sub ano membrana crassa, concava, carinata.“ Dass er übrigens den Teil nicht unter die Merkmale rechnet, möchte aus dem Systema naturae, Ed. XII, 1767 zu schliessen sein, weil dort unterlassen wird, davon zu reden.

Der nächste Beobachter, welcher sich mit dem Anhang befasst hat, war Schäffer, der bekannte Regensburger Naturforscher, welcher das Anhangsgebilde nicht bloss umständlich beschreibt, sondern sich auch Rechenschaft über die Bedeutung des Körpers zu geben sucht. Es wird die Vermutung ausgesprochen, dass das Organ dem Schmetterling beim Eierlegen einen Dienst leisten könne.

Von nachfolgenden Lepidopterologen hat mancher zwar den „taschenförmigen Anhang“ ebenfalls erwähnt, ohne aber weiter darauf einzugehen.

Erst durch Siebold[1]) wurde vor nun gerade 40 Jahren der Teil von neuem und zwar genauer als bis dahin ins Auge gefasst. Der Genannte forscht nach Bau und Herkommen des Gebildes und legt sich vor allem die Frage vor, ob „dieses Organ ein integrierender Teil des Hautskeletes“ sei. Da er dann bei der Untersuchung findet, dass an *Parnassius Mnemosyne* und *Parnassius Apollo,* leichter bei dem ersteren, etwas schwieriger bei letzterem, die „Tasche“ vom Hinterleibsende vollständig sich lostrennen liess, so überzeugte er sich zunächst hierdurch, dass die Tasche wirklich „kein besonderes Organ jener Schmetterlingsweibchen“ sein könne und wurde auf den Gedanken geleitet, dass wahrscheinlich dieser Hinterleibsanhang während der Begattung entstehe. Es möge, sei es vom männlichen oder weiblichen Individuum, bei der Begattung ein Stoff ausgesondert werden, welcher durch Gerinnung und Erhärtung den taschenförmigen Anhang erzeuge.

War diese Auffassung richtig, so musste an dem weiblichen Tiere, welches frisch aus der Puppe ausgeschlüpft war, die Tasche noch fehlen. Auf diesen Punkt gerichtete Nachforschungen bestätigten in der That, dass der aus der Puppe hervorgekrochene Schmetterling das Anhangsgebilde noch nicht besitzt.

Auch der mikroskopischen und chemischen Prüfung wurden in vergleichender Rücksicht Partieen des Hinterleibskeletes und des taschenförmigen Anhanges unterzogen. An den ersteren sah unser Autor die „Struktur des mit Haaren besetzten Hautskeletes“; an der Substanz der Tasche hingegen erschien nichts von „bestimmter Struktur“, auch keine festsitzenden Haare. Die chemische Untersuchung liess gleichfalls einen Unterschied hervortreten, indem das Hautskelet aus Chitinsubstanz bestand, während die mit Kalilauge und Mineralsäuren behandelten Stücke der Tasche als nicht chitinös sich darstellten.

Ich empfinde es für mich als wirkliche Lücke, dass ich den „taschenförmigen Anhang“ der Parnassier nicht aus eigener Anschauung kenne, da ich in der Zeit, wo ich den lebenden Falter hätte vornehmen können, solches verabsäumt habe und jetzt mir die Gelegenheit hierzu fehlt.[2]) Mit um so grösserem Interesse betrachte

---

[1]) v. Siebold, Über den taschenförmigen Hinterleibsanhang der weiblichen Schmetterlinge von *Parnassius.* Zeitschrift f. wiss. Zool. 1851.

[2]) *Parnassius Apollo* begegnete mir vor vielen Jahren zuerst in den Muggendorfer Bergen des fränkischen Jura in wenigen Stücken; auch auf der

ich daher die mir vorliegenden Abbildungen, welche Degeer[1]) und Schäffer[2]) gegeben haben und möchte besonders mit Rücksicht auf Späteres hervorheben, dass auf den Figuren von beiden der Teil, seitlich gesehen, stark hackig über das Hinterleibsende des Schmetterlings hinausragt.

II.

Siebold, der erfahrene Entomolog, scheint wie seine Vorgänger in dem Glauben zu stehen, dass dieser „ausserordentliche Teil“ der Parnassier etwas ganz vereinzeltes sei; wenigstens enthält seine Abhandlung keine Anspielung, dass auch sonst bei verwandten Tieren ähnliches von ihm oder anderen wäre gesehen worden.

Und doch hätte der Genannte in einem Werke, das er sicher oft zur Hand nahm, finden können, dass bei einem andern Insekt dort eine entsprechende Bildung gezeichnet und beschrieben, dabei freilich ganz anders gedeutet wird. Es sind Rösels „Monatlich herausgegebene Insektenbelustigungen“ und die im zweiten Band niedergelegte schöne, oftmals später kopierte Abbildung des merkwürdigen surinamischen Laternträgers, *Fulgora laternaria,* welche auch nach dieser Seite hin unsere Beachtung in Anspruch nehmen darf. Auf gedachter Figur nämlich hebt sich deutlich am Ende des Hinterleibes ein Gebilde ab, weisslich von Farbe, welches offenbar zum Hautskelet selber nicht gehören kann. Wie Rösel erklärt, ist der Körper an seiner unteren Fläche ganz geschlossen, oben aber offen und ausgehöhlt. Der Autor muss bekennen, dass er nicht

---

schwäbischen Alb sah ich später den Falter nur einigemal; hingegen traf ich ihn zahlreich, wie ich solches anderwärts zu erwähnen fand (Oberamt Tübingen, herausgegeben vom statistisch-topographischen Bureau, 1867, pag. 66) auf den Muschelkalkfelsen bei Rottenburg am Neckar (Niedernauer Thal), wo er an heissen Julitagen in der ihm eigenen trägen Weise („tarde volitans“ sagt schon Linné) umherflog und sich auch gern auf den Blüten von *Sambucus ebulus* niederliess. In der Eifel, welcher er ebenfalls angehört (s. meine Arbeit über Verbreitung der Tiere im Rhöngebirge und Mainthal mit Hinblick auf Eifel und Rheinthal, Verhandlungen d. naturh. Vereins d. Rheinlande, 1881, pag. 130) war ich nicht so glücklich, den Schmetterling zu sehen.

[1]) Degeer, Abhandlungen zur Geschichte der Insekten, übersetzt von Goeze, 1776, Taf. XVIII, Fig. 13.

[2]) Schäffer, Neuendeckte Teile an Raupen und Zweifaltern. 1763, Taf. II, Fig. 11.

wisse, was der Teil bedeuten möge und es kommt ihm der Gedanke, „es könne selbiger bei Nacht im Finstern leuchten."

Ich bin hingegen der Meinung, dass dieser weissliche Anhang am Hinterleib der *Fulgora laternaria* mit der „Tasche" des Apollofalters zusammengestellt werden darf nach Lage, Form und Farbe. Auch bei *Parnassius* kann die Farbe „weissgrau" sein, wenn sie auch ein andermal dunkelbraun bis schwarz ist, und die Form anbelangend, so vergleicht ja schon Schäffer den Anhang beim Apollofalter mit dem „Hinterteil eines Schiffes": er ist also ebenfalls ausgehöhlt und die spätere Bezeichnung „Tasche" drückt ähnliches aus. In meiner Annahme werde ich weiter noch dadurch bestärkt, dass Rösel darzuthun sucht, das von ihm abgebildete Tier „seye ein Weiblein." Mir selber mangelt das Material, um meine Vermutung bekräftigen zu können; wer aber grössere Insektensammlungen durchzusehen in der Lage ist, mag vielleicht ein Exemplar der *Fulgora laternaria* zu Gesicht bekommen, an welchem durch Untersuchung festgestellt werden kann, ob die hier vorgetragene Ansicht Giltigkeit hat.

Um zunächst beim Aufzählen der Fälle zu bleiben, allwo im Kreise der Arthropoden etwas dem besagten Anhangsgebilde Gleiches oder Verwandtes beobachtet worden ist, so ist die Mitteilung Bertkau's von besonderem Wert gewesen, der zufolge bei der Spinnengattung *Argenna* ein eigentümliches weisses Plättchen, welches den Eingang zur Samentasche deckt, bei der Begattung entsteht, und vergleichbar sei der „Tasche" der Parnassier.[1])

Mit Beziehung hierauf brachte ich den längst bekannten kreideweissen Fleck in Erinnerung, welcher sich an der Bauchfläche des weiblichen Flusskrebses *(Astacus fluviatilis)* befindet, zwischen den hintersten Beinpaaren und in bestimmter Jahreszeit nach der Copula zugegen ist.[2]) Dass sich die kreideweisse Platte der „Tasche" des *Parnassius* anreiht, sowie dem weissen Plättchen der *Argenna*, kann wohl nicht angezweifelt werden.

III.

Als ich die eben berührte, den Flusskrebs betreffende Notiz veröffentlichte, war mir ganz aus dem Gedächtnis entfallen, dass ich

---

[1]) Bertkau, Über ein „Begattungszeichen" bei Spinnen. Zool. Anz. 1889.

[2]) Leydig, Begattungszeichen des Flusskrebses. Zool. Anz. 1889.

vor geraumer Zeit schon an *Dytiscus marginalis* auf etwas gestossen war, was wenigstens vermutungsweise als weiteres Beispiel in obiger Angelegenheit hätte angeführt werden können. Im Spätherbst des Jahres 1862 nämlich kam ich beim Ablassen eines Sees in den Besitz einer grösseren Anzahl des genannten Wasserkäfers, der mir, dazumal gerade mit Studien über das Nervensystem der Insekten beschäftigt, hierzu ein sehr willkommenes Material lieferte. In meinen Heften aus jener Zeit findet sich aber nebenbei bemerkt, dass eine weissliche Substanz an der Bauchfläche des hintersten Leibesringes bei weiblichen Tieren ins Auge falle und ohne der Sache weiter nachgegangen zu sein, besagen meine kurzen Aufzeichnungen doch, es möge vielleicht die weisse Substanz Bezug zum Geschlechtsleben haben.

Diese in mir völlig eingeschlafene Wahrnehmung wurde plötzlich wieder wachgerufen durch das, was sich mir vor kurzem an *Dytiscus latissimus* darbot und jetzt des Näheren zur Sprache gebracht werden soll.

Seit Jahren lag es nämlich in meinen Wünschen, den *Dytiscus latissimus*, diesen so stattlichen und eigenartigen Käfer im lebenden Zustande kennen zu lernen und an gar manchen Seen und Teichen meines jeweiligen Aufenthaltes habe ich darnach mit Ausdauer gesucht, doch nirgends mit Erfolg. Der genannte Wasserkäfer ist bekanntermassen ein Bewohner vorzugsweise nördlicher Gegenden,[1]) kommt aber doch auch, nach der Aussage faunistischer Verzeichnisse, in Mittel- und selbst in Süddeutschland vor, wird aber allerdings fast immer in den Schriften mit dem Beisatze „selten“ oder „sehr selten“ aufgeführt.[2])

---

[1]) In der Gmelin'schen Ausgabe des Systema naturae von Linné, 1788, heisst es: „Habitat in Europa boreali“, welche Angabe in der Fauna suecica, 1746, noch nicht enthalten ist, so wenig wie in der letzten von Linné selbst besorgten zwölften Auflage des Systema naturae, 1767.

[2]) Es mögen nur einige coleopterologische Schriften, welche mir gerade zur Hand sind und Bezug zu den Gegenden haben, auf welche ich hier blicke, genannt werden. Nach Gemminger (Systematische Übersicht der Käfer um München, 1851) gehört *Dytiscus latissimus* der Gegend um München an; ebenso findet er sich nach Herrich-Schäffer um Regensburg (Naturhistorische Topographie von Regensburg, Bd. III, 1840). Für Mittelfranken wurde schon vor langer Zeit der Käfer um Erlangen angezeigt durch Hoppe (Enumeratio insectorum elythratorum circa Erlangam indigenarum, 1797), aus dem Dutzendteich bei

Aus einer Angabe bei Linné[1]) glaubte ich folgern zu können, dass in der Gegend von Bayreuth, nach dem Zeugnis Schrebers, *Dytiscus latissimus* wenigstens im vorigen Jahrhundert, häufig gewesen ist. Bei der Möglichkeit, dass dies auch jetzt noch so sein könne, richtete ich schon mehrmals entsprechende Bitten an dortige Sammler von Insekten. Da bekam ich denn endlich Ausgang Oktober 1890 sieben lebende Stücke auf einmal, 4 Männchen und 3 Weibchen, die ich von da an in einem Glas mit Wasserpflanzen hielt.[2])

Und wie ich nun die Tiere aus der Verpackung hob, musste sofort in die Augen springen, dass die Weibchen durch den Besitz einer lebhaft weissen Platte ausgezeichnet seien, welche die Bauchfläche des Hinterleibsendes überdeckte und deren Anblick mir jetzt ins Gedächtnis zurückrief, dass ich ja das Gleiche schon einmal und zwar ebenfalls im Spätherbst an *Dytiscus marginalis* gesehen hatte.

Vor allem war mir jetzt darum zu thun, sicherer zu wissen, ob die Platte nur zu bestimmter Jahreszeit auftritt und um darüber

---

Nürnberg von Rosenhauer (Lauf- und Schwimmkäfer Erlangens, 1842); nur für diese Örtlichkeit allein finde ich den Zusatz „nicht selten". Im Steigerwald traf Kress das Tier, doch wieder nur „sehr selten", in einem näher bezeichneten Weiher. (Die Käfer des Steigerwaldes. Ein Beitrag zur entomologischen Fauna Frankens, 1856). Unterfranken betreffend, so hat Oechsner bei Aschaffenburg unsern *Dytiscus* nur einmal vor die Augen bekommen. (Die Käfer der Umgegend Aschaffenburgs, 1853). Nach Bach (Käferfauna für Nord- und Mitteldeutschland mit besonderer Rücksicht der preussischen Rheinlande, 1854) ist die Art bei Bonn gefunden worden. Ich hatte zu erklären, dass mir dies dort nicht geglückt ist, und auch andern ist es nicht besser ergangen. (Siehe meine Arbeit: Verbreitung der Tiere im Rhöngebirge und Mainthal mit Hinblick auf Eifel und Rheinthal, 1881.)

[1]) „. . . larvae subaquaticae voracissimi aquatilium Crocodili, pisces ipsos occidunt innumeros, ut Baruthi 1762, teste Schrebero de semistriato, alias de latissimo compertum est."

[2]) Ich möchte nicht unerwähnt lassen, dass die alten Abbildungen unseres Wasserkäfers in Panzers Fauna insectorum Germaniae, Männchen und Weibchen vorstellend und herrührend von der geschickten Hand Jac. Sturms, immer noch als ganz vortreffliche gelten müssen. Koloriert sind sie zwar nach Sammlungsexemplaren, denn im Leben ist die Färbung lebhafter, am Weibchen heben sich, namentlich unter Wasser, die feineren sowohl, wie die stärkeren gelblichen Längsstreifen nahe der Naht, ebenso bestimmt ab, wie die seitlichen gelben Streifen. — Auf allen meinen Stücken sassen als Schmarotzer an verschiedenen Leibesstellen, auch an den Beinen, rote kleine Larven einer Wassermilbe (sechsbeinig mit stark abgesetztem Kopf); insbesondere an der Unterseite der Vorderbrust hafteten sie in grösster Menge, sodass sie dicht gedrängt die Fläche rechts und links einnahmen.

weitere Anhaltspunkte zu gewinnen, verglich ich die Exemplare meiner Sammlung, welche ich in verschiedenen Gegenden aufgegriffen hatte, doch sämtlich nur vom Frühling bis in den Spätsommer. Es befanden sich darunter 5 weibliche Stücke von *Dytiscus marginalis* und 4 Weibchen von *Dytiscus punctulatus*. Keines dieser Tiere zeigte eine Spur der Platte am Ende des Abdomens, der letzte Bauchring erschien durchaus so rein und blank wie bei den männlichen Stücken der Sammlung.

Auch darnach glaube ich schliessen zu dürfen, dass die Platte nur in der Herbstzeit vorkommt und zweitens liegt die Vermutung nahe, dass sie bei der jetzt erfolgenden Begattung gebildet werden möge. Ich selber sah den *Dytiscus* noch nicht in Paarung und durchging daher die Angaben jener mir bekannten Schriftsteller, welche melden, dass sie unsere Käfergattung in copula vor sich hatten. Da ist nun sehr verwunderlich und stört einigermassen, dass keiner derselben etwas von der Anwesenheit, also auch nichts von der Entstehung der Platte berichtet.

So sagt Rösel[1]) zwar ausdrücklich, dass er den Wasserkäfer — es ist nach der Abbildung deutlich *Dytiscus marginalis* — gefangen habe, als er eben im Paaren begriffen war, wie er denn auch die Eier erhielt und die Larven bis zur Verwandlung aufzog. Das Weibchen ist leider nur von der Rückenseite gezeichnet, sodass man aus der Abbildung keinen Aufschluss über An- und Abwesenheit der Platte erhält. Ja im Text heisst es sogar bestimmt, dass sich die Unterfläche des Weiblein von jener des Männlein nicht unterscheide! — Von *Cybister*, dessen Entwicklung Rösel ebenfalls so trefflich verfolgt hat, bildet er das Weibchen von der Bauchfläche ab, aber von der weissen Platte ist wieder nichts vorhanden, sodass man, auf die Genauigkeit des Autors vertrauend, annehmen möchte, dass der fragliche Teil hier überhaupt nicht auftritt. Und dies ist mir auch aus dem Grunde wahrscheinlich, weil ich den *Cybister Roeselii* im Herbst 1866 in der damals schon sehr klein gewordenen — jetzt verschwundenen — „Breitenau“ bei Bamberg in grösserer Anzahl gefangen und auch den ganzen Winter im Zimmer gehalten hatte, ohne dass meiner Erinnerung nach etwas von der Platte zu sehen war.

---

[1]) Rösel, Insektenbelustigungen, 1749, T. II.

Und was den uns besonders interessierenden *Dytiscus latissimus* anbelangt, so hat Frisch die erste mir bekannte Abbildung des Tieres gegeben in einer Figur, die zwar noch unvollkommen, fast roh ist, aber unbezweifelbar besagte Species vorstellt.[1]) Er spricht davon, dass „im Gatten das Männlein auf dem Weiblein fest auf den glatten Flügeln oben ankleben bleibe.“ Aber von irgend etwas, das auf die Platte bezogen werden könnte, ist nirgends die Rede. Auch in der Beschreibung einer kleineren Art, die ebenso unzweifelhaft der jetzige *Dytiscus punctulatus* ist[2]), sucht man vergeblich darnach. Bemerkenswert ist übrigens für uns, dass Frisch im November die Tiere „aufeinander gefunden“ und daraus schliesst, „dass sie noch vor dem Winter paaren.“

IV.

Indem ich die Unklarheiten, die im Voranstehenden enthalten sind, auf sich beruhen lassen muss, wende ich mich nunmehr zu dem, was die von mir gepflogene Untersuchung des frischen *Dytiscus latissimus* über Form, Bau, Herkommen und Veränderung des in Rede stehenden Gebildes ergeben hat.

Die Platte sitzt auf dem letzten Abschnitt des Hinterleibes und hebt sich durch gelbweisse Farbe scharf ab von dem Rotbraun der übrigen Bauchfläche; sie ist von härtlicher, dabei zäher Beschaffenheit und aufs festeste der Chitinhaut angelötet. Ihre vordere und seitliche Grenze bildet eine scharfe Linie, während die

[1]) Joh. Bernhard Frisch, Beschreibung von allerlei Insekten in Teutschland, Berlin 1720. Schon mehrmals hatte ich auf Entdeckungen dieses alten, wohl frühesten Bearbeiters der einheimischen Insektenwelt hingewiesen, welche in Vergessenheit gesunken waren. Er hat z. B. die Spermatophoren der Grille zuerst gesehen und umständlich beschrieben. (Eierstock und Samentasche der Insekten, Nov. act. acad. Leop. Carol. 1866, Vol. XXXIII, pag. 40, Anmerk.) Mit ihm beginnt die wissenschaftliche Untersuchung der Flussgarneele *(Gammarus)*. (Amphipoden und Isopoden, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1878, Suppl. pag. 249.) Endlich hatte ich seine Verdienste um die Kenntnis des *Argulus foliaceus* zu rühmen. (Arch. f. Naturgesch. 1871.) Frisch stammt aus Sulzbach in Bayern, machte seine Studien in Nürnberg und an der Universität Altdorf und starb als Rektor des Gymnasiums zum grauen Kloster in Berlin. Auch in den Kreisen der deutschen Sprachforscher steht dieser Mann hochgeachtet da. (Siehe Matthias v. Lexer, Zur Geschichte der neuhochdeutschen Lexikographie, 1890.)

[2]) Denn es heisst ausdrücklich: „Männlein und Weiblein sind am Bauch gantz schwartz“, was ja nur bei *Dytiscus punctulatus* der Fall ist.

hintere Umrandung etwas annähernd Lappiges und Querblättriges hat. Diese Partie verlängert sich nach hinten derart, dass man auch bei der Rückenansicht des Tieres sie frei vorragen sieht; zugleich ist sie weicher und weisser als der vordere Teil oder die eigentliche Platte. Auf letzterer heben sich Längsfurchen ab, nur einige und schwache bei dem einen Exemplar, mehrere, bis zu neun, bei den andern Stücken; die Furchen können sich vertiefen und dadurch die Platte zu ungleich grossen Streifen zerklüften.

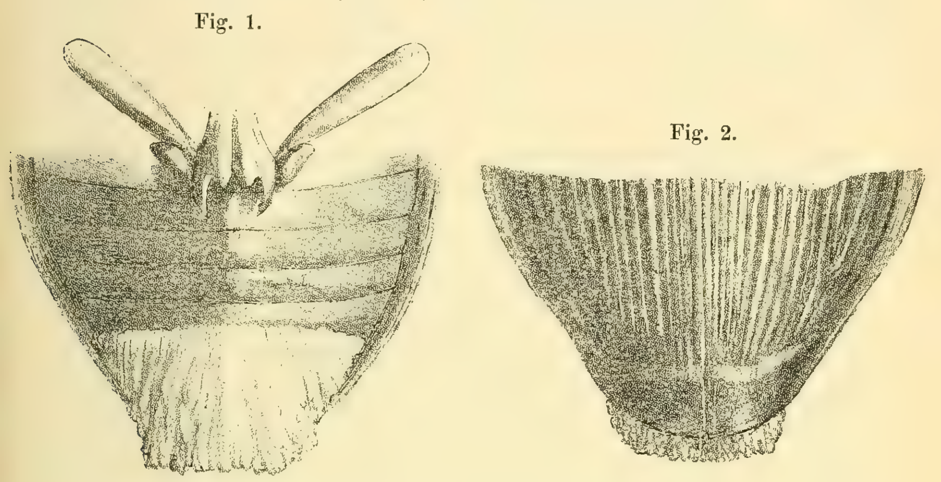


Fig. 1. Hinterleibsende des weiblichen *Dytiscus latissimus* von unten, Lupenvergrösserung. Platte in ganzer Ausdehnung sichtbar.

Fig. 2. Hinterleibsende des weiblichen *Dytiscus latissimus* von oben, Lupenvergrösserung. Von der Platte zeigt sich bloss der frei vorstehende Rand.

Mit dem Messer abgetragene Schnitte, die man mikroskopisch durchgeht, zeigen eine Zusammensetzung aus homogener heller Substanz, in welche eine Menge feinster Körnchen eingebettet ist, die auch wohl bei starker Vergrösserung derartig aneinander gereiht sein können, dass ein Bild zartester Fädchen hervorgerufen wird. Und wie schon ein querblättriges Wesen sich fürs freie Auge darbietet, so können auch mikroskopisch Schichtungslinien sichtbar sein. Ferner bemerkt man da und dort, auch wohl sehr zahlreich beisammen, rundliche Flecken, welche sich wie Kerne ausnehmen; doch glaube ich durch nähere Prüfung mich zu überzeugen, dass es nicht Kerne sind, sondern Klümpchen einer andern beigemengten Substanz. Endlich können noch zerstreut Löcher oder Kanallücken, welche senk-

recht die Platte durchsetzen, zugegen sein. Dieselben haben wohl Bezug zu den Haar- oder Borstenanhängen an der Aussenfläche der Chitinhaut des Abdominalsegmentes und die Kanäle oder Lücken darf man sich so entstanden denken, dass bei der Abscheidung der Masse die Haare und Borsten von dem sich erhärtenden Sekret umflossen wurden.

Während der Wintermonate, in denen ich die Tiere im Glase hielt, veränderte sich die Platte nach und nach stark, bis sie zuletzt ganz verschwand. Ehe dies geschah, zerklüftete sich nach und nach ihre Substanz durch eindringende, schon erwähnte Furchen und bei dem einen Stück franste sie sich in immer mehr zunehmendem Grade am hinteren freien Umfang dergestalt auf, dass sie in flottierende, zum teil weit abstehende Fetzen sich auflöste. Bei dem einen Weibchen war denn auch Ende Dezember die Platte völlig eingegangen und das letzte Abdominalsegment erschien jetzt von reinem Aussehen; bei einem hatte sie sich bis über Januar hinaus erhalten. Doch erschien das frühere rein Weissgelb der Farbe in ein schmutzig Gelb umgesetzt, was einerseits durch zunehmende Härtung bedingt war, andererseits durch zahlreiche pflanzliche und tierische Organismen, welche sich parasitisch auf ihr eingefunden hatten: verschiedene Arten von Protozoen und Algen sassen und wucherten darauf und die Substanz der Platte selbst hatte jetzt eigentlich das Aussehen von zerfallender Materie.

Man sieht aus dem Dargelegten, dass hier am *Dytiscus* Übereinstimmung herrscht mit dem, was ich[1]) sowohl als auch Braun[2]) bezüglich der Zusammensetzung des weissen Fleckes beim Flusskrebs seiner Zeit gemeldet haben. Auch dort besteht die Masse nicht etwa aus Samenelementen, sondern aus dunkelrandigen Körnchen und Krümelchen. Und in Erinnerung darf insbesondere auch gebracht werden, dass der letztgenannte Beobachter ebenfalls schon „eine ganze Fauna und Flora niederer Organismen“ auf dem weissen Fleck des Flusskrebses antrifft. Wenn er sagt: „vielleicht ein zufälliger Befund“, so möchte ich darin eher eine regelrechte Erscheinung erblicken, indem ich mir vorstelle, dass durch die später sich ansiedelnden Parasiten die Zersetzung der Platte mit befördert

[1]) Leydig, Begattungszeichen des Flusskrebses. Zool. Anz. 1889.

[2]) Braun, Über die histologischen Vorgänge bei der Häutung von *Astacus fluviatilis*, aus Semper: Arbeiten a. d. zool.-zoot. Institut in Würzburg, 2. Bd.

wird und dann selbst wieder den Protozoen und Algen zugleich zur Nahrung dienen könnte.

Nach allem kann darüber ein Zweifel nicht bestehen, dass die Platte auf ein nach aussen hervorgetretenes und erhärtetes Sekret zurückzuführen ist; aber die Frage ist noch zu erledigen, ob das Sekret aus dem männlichen oder aus dem weiblichen Körper stammt. Bertkau schon hält es bei der Spinnengattung *Argenna* für das Wahrscheinlichste, dass das Sekret vom Männchen gebildet wird, will jedoch die Frage noch für eine offene ansehen. Auch bezüglich des Flusskrebses habe ich in Abwägung der vorhandenen Abbildungen und Angaben von Rösel und Braun schliessen müssen, dass das Material zur Bildung der Platte aus den Fortpflanzungswerkzeugen des Männchens geliefert werde. Am *Dytiscus latissimus* habe ich jetzt die sichere Überzeugung erlangt, dass das Sekret in der That aus dem männlichen Körper stammt.

Ich öffnete zuerst ein weibliches Tier; jedoch weder die Eierstöcke noch die ausführenden Gänge bieten etwas dar, was zur Annahme führen könnte, in den inneren Fortpflanzungsorganen liege die Quelle für die Substanz der Platte. Darauf ging ich an die Untersuchung des Abdominalsegmentes selber, auf welcher die Platte ruht, da sich denken lässt, dass die Hautdrüsen es seien, deren Sekret den besagten Teil erzeuge. Doch auch von dieser Vermutung kommt man bald zurück.

Man trifft zwar auf der Innenseite des letzten Bauchringes ein weiches Polster von gelbweisser Farbe und die Durchmusterung der Masse lässt, ausser Muskeln, Nerven und Tracheen, als Hauptteil des Polsters noch Zellgruppen erkennen, welche bei geringer Vergrösserung zunächst den Eindruck von Partien des Fettkörpers machen. Doch weiter verfolgt erweisen sich die rundlich-beutelförmigen Zellen mit dunkelkörnigem Inhalt als einzellige Hautdrüsen. Der Inhalt des Drüsenbeutelchens ist dort, wo der Kern liegt, von hellem, anscheinend homogenem Wesen, im übrigen Teil körnig. Anstatt der kleinen Körnchen können auch grössere Kugeln, wie durch Zusammenfliessen entstanden, zugegen sein. Das optische Aussehen der Kugeln steht zwischen der Berandung von Fett und Eiweiss. Diese einzelligen Drüsen sind übrigens untereinander nicht völlig gleich, indem ich vielmehr 3 Arten unterscheiden zu können glaube, und zwar:

1) Solche, die sich wie einfache, gestielte Beutelchen oder birnförmige Säckchen ausnehmen, ohne dass im Stiel ein durchsetzender, chitinisierter, feiner Gang vorhanden wäre. Drüsen dieser Beschaffenheit liegen gern in Gruppen beisammen.
2) Innerhalb des Stieles der Zelle hebt sich ein feiner Chitingang ab, der an seinem Beginn im Zellkörper mehrfach aufgewickelt sich zeigt. Die Drüsen dieser Art sind weitaus in der grössten Mehrzahl vorhanden; ihre fadenförmigen Chitingänge treten daher zu wahren Büscheln von Fäden zusammen. Endlich begegnet man
3) einer Drüsenart, deren Zellkörper länglich und von sehr blasskörnigem Wesen ist; in ihm hebt sich ein eigentümlicher ebenfalls länglicher, an der Wurzel hackig gekrümmter Teil ab, dessen Innerstes sich zum Chitingang differenziert hat. Und um das Besondere dieser Drüsen noch zu vermehren, schien es hin und wieder, als ob ein blasser Streifen, den ich an das hintere Ende bei gewisser Lage herantreten sehe, nervöser Natur wäre; wozu bemerkt sein mag, dass die starken Nerven, welche sich in das letzte Abdominalsegment verlieren, zu zahlreich sind, als dass sie bloss die Muskulatur des Bauchringes zu versorgen bestimmt sein könnten, man also noch nach andern Endigungen suchen darf.

Der frei ausgehende Saum des letzten Abdominalsegmentes stellt eine, das erwähnte weisse Polster einschliessende Hautduplikatur vor. Die äussere Kutikularlage derselben ist dick, braun und trägt Haaranhänge; die Chitinlage ist durchsetzt von senkrechten, verschieden weiten Gängen und ausserdem von einer Menge feiner Kanäle, welch letztere die Mündungen der einzelligen Drüsen sind: von der Fläche gesehen erscheint sie wie dicht durchstochen. Die einwärts abschliessende Chitinhaut ist dünn und licht; auch auf ihr stehen vereinzelt borstenartige Haare und Zapfen und auch sie ist durchsetzt von feinen Drüsengängen.

Wollte man die Substanz der Platte ableiten von dem Sekret der einzelligen Hautdrüsen, so würden dagegen besonders zwei Punkte sprechen. Einmal handelt es sich um Drüsen, welche nicht nur an gedachter Örtlichkeit, sondern an vielen Stellen, vielleicht über die ganze Haut hin vorkommen. Ich habe nämlich ähnliche

einzellige Drüsen von *Dytiscus marginalis* vor mehr als 30 Jahren aus der Haut und der Scheide beschrieben[1]), und nichts davon bemerkt, dass aus den Drüsen ein Stoff auf die Haut wäre abgelagert worden, welcher sich dem Material, aus dem die Platte gebildet ist, vergleichen liesse. Dann zweitens stimmt der Inhalt der Drüsen, also auch ihr Sekret, nicht überein mit der die Platte bildenden Materie, sondern ist davon im optischen Aussehen verschieden. Darnach muss ich, so gut wie Braun, bezüglich des weissen Fleckes an *Astacus fluviatilis,* auch für *Dytiscus latissimus* in Abrede bringen, dass die Hautdrüsen mit der weissen Platte etwas zu thun haben.

Können wir sonach weder die Hautdrüsen des letzten Bauchringes, noch die inneren weiblichen Generationsorgane mit der Entstehung der Platte in Verbindung bringen, so müssen wir notwendig die Herkunftsstätte des Materials im männlichen Körper suchen. Die äusseren oder Begattungsorgane können hierbei nicht in Betracht kommen: im Innern der einzelnen, frei vorstehenden Stücke lassen sich nur Muskeln, Nerven und Tracheen unterscheiden, nichts Drüsiges. Blicken wir nun aber in die geöffnete Leibeshöhle der Männchen, so springt sofort in die Augen, dass die langen, dicken, sogenannten accessorischen Geschlechtsdrüsen in der Farbe ihres Inhaltes mit jener der Platte übereinstimmen: es ist dasselbe Gelbweiss hier wie dort vorhanden. Und betrachten wir mikroskopisch einen Drüsenschlauch, so ist der Inhalt der Epithelzellen eine homogene Substanz voll von Körnchen oder Kügelchen, deren Umrandung vom Blassen ins Dunkle geht; dazwischen machen sich auch grössere Kugeln von hellerem Wesen bemerklich. Dass von diesem Zellinhalt das Gelbweiss fürs freie Auge herrührt, braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden. Wohl aber ist ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass die Wand der accessorischen Drüsen eine und zwar dicke quergestreifte Muskulatur besitzt und die Bündel derselben nach der Länge des Schlauches verlaufen.

Indem wir so alles in Rechnung bringen, was über den Bau der verschiedenen Gebilde mitzuteilen war, so müssen wir zur Annahme gelangen, dass die accessorischen Geschlechtsdrüsen der Männchen es

[1]) Leydig, Zur Anatomie der Insekten. Archiv f. Anat. u. Phys. 1859, pag. 6, Taf. II, Fig. 1 u. 3 (auf Taf. IV, Fig. 37e ist aus Telephorus auch jene Drüsenform dargestellt, welche oben als einfach gestielte Beutelchen ohne den fadenartigen Chitingang erwähnt wurde).

sind, welche ihr Sekret durch die kräftige Muskulatur ihrer Wand nach aussen hervorpressen, und dass dieses Sekret alsdann zur „Platte“ auf dem hinteren Bauchring des weiblichen Tieres erstarrt.

Man wird auch in gegenwärtiger Sache zur Frage sich geneigt finden dürfen, ob nicht Anknüpfungen an Vorkommnisse bei andern Tiergruppen möglich seien. Und da will es mich bedünken, als ob, wenn auch immerhin in entferntem Grade, Verwandtschaftliches von den Arthropoden weg zu gewissen Säugetieren bestände. Oder sollte nicht der „Pfropf“ in der Scheide bei Nagern etwas physiologisch Vergleichbares zu dem taschenförmigen Anhang des *Parnassius* und der *Fulgora laternaria*, der weissen Platte des *Astacus fluviatilis*, dem ebenso gefärbten Deckelchen der Spinne *Argenna*, endlich der Platte bei *Dytiscus* vorstellen können? Jedenfalls ist auch gemeinter Pfropf ein Sekret der accessorischen, reichlich mit Muskeln ausgestatteten Geschlechtsdrüsen der männlichen Tiere.[1]) Und was man sich bezüglich der Leistung des „Pfropfes“ bei Säugetieren denkt, könnte auch auf die „Platte“ der Arthropoden übertragen werden.

V.

Vielleicht ist es nicht unangebracht, einige biologische Bemerkungen über *Dytiscus latissimus* beizufügen, da doch diese Art, allem nach zu urteilen, nicht allzu oft im lebenden Zustande in die Hände der Sammler zu geraten scheint.

Den *Dytiscus marginalis* und den *Cybister Roeselii* habe ich früher längere Zeit im Zimmer gehalten und diesen beiden gegenüber hebt sich der *Dytiscus latissimus* durch ein ruhigeres, weniger stürmisches Wesen ab. Meine Exemplare wenigstens blieben tagsüber meist versteckt unter den Steinen oder im Pflanzengewirr, und stiegen nur hin und wieder, des Atmens halber, an die Oberfläche des Wassers. Nachts hingegen wurden sie lebendig, ruderten eifrig herum und suchten aus dem Glase zu entkommen. Wie schon Frisch meldet, fliegt das Tier zur Nachtzeit weit umher, die stehenden Gewässer aufsuchend, wobei, etwas überraschend, der grosse Käfer „im Fliegen nicht sehr brummt“.

---

[1]) Vergl. über den Scheidenpfropf namentlich: Lataste, Sur le bouchon vaginal des Rongeurs, Zool. Anz. 1882 und ebendaselbst 1883.

Ob indessen das ruhigere Verhalten der von mir während eines Vierteljahres im Glase gepflegten 7 Stücke ständiges Naturell, und nicht vielleicht eher auf die jenseits der Geschlechtsthätigkeit folgende Lebensabnahme zu deuten ist, lässt sich nicht entscheiden. Für die letztere Ansicht könnte aber sprechen, dass die Tiere alle angebotene Nahrung (Fleischstückchen, Regenwürmer, kleine Nacktschnecken) verschmähten und bei der Zergliederung zeigte sich das ganze Nahrungsrohr leer, eng und zusammengefallen. Die Eierstöcke beim Weibchen besassen nur unreife Eier; die Hoden der Männchen waren klein und schlaff. Die Männchen starben sämtlich eher weg, als die Weibchen.

Während bei *Dytiscus latissimus* in gleicher Weise wie bei *Dytiscus marginalis* an dem geängsteten Tier ein Tropfen übelriechender Flüssigkeit aus dem After quillt, der in dem Blindsack des Enddarmes abgesondert wird, so fehlt bei *Dytiscus latissimus* ein anderes hervorsickerndes Sekret, das sich an *Dytiscus marginalis* sehr bemerkbar macht. Letztere Spezies zeigt bekanntlich die Eigenschaft, dass sie beim Ergriffenwerden, wie zur Verteidigung, aus der Vorderbrust eine milchige unangenehm riechende Flüssigkeit hervorquellen lässt, wovon bei meinen Exemplaren des *Dytiscus latissimus,* wenigstens in der angegebenen Jahreszeit, auch nicht die geringste Spur sich zeigte.[1])

Rosenhauer erzählt, dass er im Dezember 1838 den *Dytiscus latissimus* achtmal erhalten und in einem halb mit Wasser gefüllten Trinkglase vor das Fenster gestellt habe. In der Nacht sei es sehr kalt geworden und das Wasser gefror mit den Käfern bis auf den

---

[1]) Über das Herkommen des milchigen Sekretes bei *Dytiscus marginalis* bin ich bei früheren Untersuchungen zu keiner rechten Einsicht gekommen. Mehr als einmal habe ich nach besonderen Drüsen gesucht, welche als Bereitungsstätte des Sekretes angesehen werden könnten; doch erblickte ich immer nur jene Form einzelliger Hautdrüsen, wie ich sie an anderen Hautstellen fand. Später als ich beim Studium unserer Landschnecken (Pulmonaten) die Beobachtung machte, dass die Bindesubstanzzellen der Haut nicht bloss Kalk aufnehmen, sondern denselben in molekularer Auflösung nach aussen wie ein Sekret absetzen, warf ich die Frage auf, ob nicht am Ende auch bei *Dytiscus marginalis* Abschnitte des Fettkörpers es seien, welche dem physiologischen Sinne nach, zu Drüsen werden könnten. (Hautdecke und Schale der Gastropoden, Archiv f. Naturgesch., 1876, pag. 27, Anmerk., Fig. 43 auf Taf. XVI.) Leider bin ich im Augenblick nicht dazu gelangt, neue Untersuchungen hierüber anzustellen.

letzten Tropfen ein. Als er nun am andern Tag das Glas an einen temperierten Platz brachte und das Eis binnen 8 Stunden auftaute, seien die Käfer so munter geworden, wie zuvor.[1]) Man darf dafür halten, dass in diesem Fall die Leibessubstanz der Tiere nicht, gleich der Umgebung, in Eis verwandelt worden war, denn sonst wären sie beim Auftauen wohl nicht mehr ins Leben zurückgekehrt. Alle schärferen Beobachtungen über das Einfrieren der Tiere kommen zu diesem Ergebnis und gerade für die Gattung *Dytiscus* lässt sich auf neuere Wahrnehmungen hinweisen. Kochs stellte nämlich über das Einfrieren des *Dytiscus marginalis* genau durchgeführte Versuche an: Käfer, welche 5—6 Stunden von Eis völlig umschlossen und wieder ins Leben gebracht worden waren, zeigten beim Durchschneiden, dass „das Innere des Leibes dann nicht hart gefroren war". Von den Tieren aber, bei denen „das in ihnen enthaltene Wasser zu Eis geworden war", wurde keines wieder lebendig.[2])

Bei der Bedeutung, welche man diesen Thatsachen in der Frage, ob die Lebensvorgänge unterbrochen werden können, beilegen muss, möchte ich eine Beobachtung, welche Rösel[3]) aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts in der ihm eigenen ansprechenden Weise meldet, hier in Erinnerung bringen, weil sie das Gleiche besagt, was Kochs findet. Der eifrige Nürnberger Naturforscher teilt mit, dass er zur Winterszeit, „da alles zu Stein gefroren war," die Gärten um die Stadt aufgesucht, um zu erforschen, wie die an Mauern und Wänden hängenden Puppen bei der herrschenden grimmigen Witterung sich verhielten. Mit Staunen sieht er nun, „dass sie innerlich nicht im geringsten anders beschaffen waren, als wie sie im heissesten Sommer zu sein pflegen: nämlich die festen und flüssigen Teile hatten eben diejenige Proportion untereinander". Das Innere der Puppen war also nicht gefroren! Sobald aber unser Gewährsmann eine solche Puppe anschnitt oder sie hinwarf, „so gefroren die flüssigen Teile, welche herausliefen, den Augenblick zu Eis." Über „das Wunder, was hierin steckt", möchte sich Rösel gern belehrt sehen, ein Wunsch, den auch wir heutigentags noch haben, der aber bis jetzt auf Erfüllung wartet.

---

[1]) Rosenhauer, Die Lauf- und Schwimmkäfer Erlangens, 1842.

[2]) Kochs, Kann die Kontinuität der Lebensvorgänge unterbrochen werden? Biol. Centralblatt, 1890.

[3]) Rösel a. a. O.

Zum Schlusse, indem ich noch über die Arthropoden hinausgreife, mag angeführt werden, dass auch die Winterschlaf haltenden Wirbeltiere sich kaum anders verhalten, als die genannten Insekten. Es gehen zwar einige Behauptungen durch die Litteratur, denen zufolge bei starker Kälte die flüssigen Teile, z. B. von Kröten, zu Eis wurden, sodass man die Tiere zerbrechen konnte, ohne dass Blut floss, und dennoch sollten sie wieder ins Leben zurückgerufen worden sein. Indessen diese Angaben müssen doch auf unreinen Beobachtungen beruhen, denn nicht bloss widersprechen dem schon ältere Erfahrungen, sondern auch Kochs fand bei seinen Versuchen, dass die Frösche hierin nicht abweichen von den Wasserkäfern: die völlig eingefrorenen Tiere blieben abgestorben. Man darf daraus folgern, dass strenge Winter auch unter den Amphibien und Reptilien grosse Verheerungen anrichten können. Mancher hat wahrscheinlich, gleich mir, nach dem so harten Winter 1879/80 Gelegenheit gehabt zu sehen, dass im März etwa beim Auswerfen von Gräben, Frösche tot und in Verwesung begriffen, zum Vorschein kamen, die sich zwar tief eingegraben hatten, aber doch der grossen und lang andauernden Kälte erlegen waren. Mir hat dieser Anblick verständlich gemacht, wie ein anderer berüchtigter Winter, jener von 1829/30, die *Lacerta viridis* bei Bex in der Schweiz, wo sie früher häufig war, auf Jahre hinaus zu einer Seltenheit werden liess, welche Wahrnehmung uns Charpentier aufbewahrt hat. Und wenn man erfährt, dass es bis zum Winter 1829 auf Island Frösche gegeben hat, später nicht mehr, so wird man diese Veränderung in der Fauna des Landes auf die gleiche Ursache zurückzuführen einigen Grund haben.

Würzburg, im Februar 1891.



ÜBER DEN BAU UND DIE FUNKTION

DER

HAFTAPPARATE DES LAUBFROSCHES.

VON

DR. A. SCHUBERG.

MIT TAFEL V UND VI.



Eine gelegentliche Untersuchung der Zehen des Laubfrosches, die ich vor einiger Zeit unternommen hatte, lehrte mich in glatten Muskelfasern des Endballens der Zehen Elemente kennen, die von den früheren Beobachtern desselben Gegenstandes völlig übersehen worden waren, die jedoch geeignet schienen, möglicherweise zu einer ganz anderen Auffassung des Haftvorganges zu führen, als sie durch die letzten Forscher, welche sich mit diesem Problem beschäftigt hatten, vertreten worden war. Wollte ich mich daher nicht mit dem Nachweise einer einzelnen Thatsache begnügen, sondern auch deren Bedeutung zu erörtern versuchen, so musste ich den gesamten Bau, sowie die physiologische Bedeutung jener Organe einer erneuten gründlicheren Prüfung unterziehen. Dies ist denn in der That mein Bestreben gewesen, und hoffe ich, dass ich dadurch die Frage nach der Art und Weise der Funktionierung der Haftapparate der Laubfrösche auch um einiges gefördert habe. Leider war mein Material — da ich während des Winters arbeitete — nicht so reichlich, dass ich alle Einzelfragen mit gleicher Vollständigkeit hätte behandeln können, wodurch jedoch, wie ich wohl hoffen darf, das Gesamtresultat nicht beeinträchtigt wird.

Indem ich die Resultate meiner Untersuchungen, welche auch einige histologische Details von vielleicht allgemeinerem Interesse ergaben, hiermit vorlege, möchte ich die Hoffnung aussprechen, dass die Haftapparate auch der übrigen Laubfrösche, speziell tropischer Formen, sowie diejenigen, welche bei anderen Wirbeltieren vorkommen, recht bald eine erneute Untersuchung erfahren möchten, da die wenigen Angaben, welche hierüber vorliegen, den Gegenstand sicherlich bei weitem nicht erschöpfen, und mit Bestimmtheit noch mancherlei interessante Resultate, sowohl in histologischer, wie in physiologischer Hinsicht zu erwarten sind![1]

---

[1] Mit Freuden ergreife ich übrigens diese Gelegenheit, um Herrn Geh. Rat v. Leydig für die vielfache Anregung, die ich aus persönlichem Verkehr

I. Bau der Zehen.

Es dürfte wohl kaum nötig sein, auf die äussere Gestaltung der Laubfroschzehen, die ja aus älteren Beschreibungen bekannt sind, genauer einzugehen; nur eine Beobachtung, welche den früheren Forschern entgangen zu sein scheint, sei hier angemerkt. Bei gut konservierten Exemplaren, wie bei frisch abgetöteten Tieren nämlich zeigt sich sehr häufig eine deutliche Längsfurche an der Unterseite des Endballens der Zehen und Finger (Fig. 1). Diese Furche tritt so häufig, und dann meist mit einer solchen Schärfe auf, dass man von vornherein schon die Ansicht, sie möchte die Folge einer einfachen Schrumpfung sein, abweisen muss. In der That wird sich im Verlauf der Untersuchung zeigen, dass sie ihre Entstehung wohl einem anderen Umstande verdanken dürfte (vgl. pag. 94).

Soviel die Litteratur mir bekannt und zugänglich war, habe ich nicht ermitteln können, ob diese Furche bei unserem einheimischen Laubfrosch schon beobachtet wurde; dagegen finde ich z. B., dass Böttger eine ebensolche Bildung, die er sogar als spezifisches Charakteristikum in die Gattungsdiagnose aufnimmt, bei seiner Gattung *Cophyla* beschreibt.[1]) Bei verschiedenen nicht näher bestimmten tropischen Laubfröschen, die ich in unserem Institute vorfand, habe ich übrigens die gleiche Beobachtung gemacht.

Auch der anatomische Bau der Finger und Zehen ist nach den früheren Untersuchungen von v. Wittich (39), Leydig (17) und Dewitz (7), sowie nach dem aus der Anatomie der Gattung *Rana* Bekannten, schon einigermassen durchgearbeitet. Indessen sind gerade in den Punkten, welche von den Verhältnissen des gewöhnlichen Frosches abweichen, so vor allem in dem Bau der Zehenendballen, die ja für unsere Untersuchung speziell in Frage kommen, mancherlei Dinge bisher noch nicht genau genug erörtert worden; mindestens aber bedürfen sie mit Rücksicht auf die Frage nach der Funktion der Zehen

---

mit ihm empfangen durfte, sowie speziell für das aufmunternde Interesse und die mannigfache Unterstützung mit Litteratur, welche er mir besonders bei dieser Untersuchung in freundlichster Weise hat zu teil werden lassen, auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen!

[1]) (2) pag. 281: „disci scansorii ... media parte sulco longitudinali bipartiti."

als Haftapparate einer erneuten Prüfung und Darstellung, die uns für die Beantwortung jener Frage als Grundlage dienen soll.

Indem ich die bei den gewöhnlichen Fröschen obwaltenden Verhältnisse als im allgemeinen bekannt voraussetzen darf, werde ich hauptsächlich die dem Laubfrosch speziell zukommenden Eigentümlichkeiten des Baues der Finger und Zehen einer Besprechung unterziehen. Ich bemerke dabei, dass, wo ich nicht ausdrücklich anderes bemerke, das für „Zehen" Gesagte allgemein für „Zehen" und „Finger" gleichmässig Geltung hat, und dass ich in ähnlicher Weise topographische Ausdrücke, wie z. B. „Plantarseite" der Kürze halber gleichfalls für die Extremitäten im allgemeinen, also sowohl für Hände wie Füsse, gebrauchen werde.

1. Skelet und Muskeln. Das Skelet der Zehen des Laubfrosches weicht vor allem in zwei Punkten von dem bei den übrigen Anuren Bekannten ab: in der Gestaltung und Stellung der Endphalanx, und in der Verbindung der letzteren mit der vorletzten Phalanx.

Während die Endphalanx bei *Rana* und *Bufo* einfach gerundet ist, erscheint sie, wie schon Leydig richtig angiebt, bei *Hyla* „gebogen und spitz auslaufend"[1]) (Fig. 4). Ferner liegt sie — worauf zuerst v. Wittich aufmerksam gemacht hat[2]) — nicht in der durch die übrigen Phalangen bestimmbaren Horizontalebene, sondern bildet mit dieser einen Winkel, der von v. Wittich auf 35° geschätzt wird. Dieser Winkel ist indessen je nach dem Kontraktionszustande der die Endphalanx bewegenden Muskulatur verschieden. Nimmt man eine durch die Gelenkmittelpunkte der vorletzten Phalanx gehende Gerade als einen Schenkel des Winkels, und eine durch den Mittelpunkt des Gelenks zwischen vorletzter und letzter Phalanx, sowie durch die Spitze der letztgenannten gezogene Gerade als zweiten Schenkel, so beträgt er im Maximum, d. h. bei möglichst aufgerichteter Phalanx etwa 40°; seine untere Grenze wird erst später, bei Erörterung des Bewegungsmechanismus der Endphalanx, zu erwähnen sein (vgl. pag. 90). Der zweite, gleichfalls schon durch v. Wittich angegebene Unterschied des Zehenskelets von dem unserer anderen Anuren, die Verbindung der letzten beiden Phalangen miteinander,

---

[1]) (19) pag. 165.
[2]) (39) pag. 172.

beruht einmal auf der Ausbildung des „Zwischenknorpels“ [1]), andererseits aber auf den spezifischen Modifikationen der Gelenkkapsel, der Sehnen etc., welche der besonderen Funktion des Endballens als Haftapparate ihre Entstehung verdanken.

Wir wenden uns zunächst zur Darstellung des Zwischenknorpels und der ihn berührenden Gelenkflächen, und werden dann auch auf die Gelenke der übrigen Phalangen kurz eingehen.

Das proximale Gelenkende der Endphalanx ist nicht ganz kugelförmig, wie v. Wittich meinte, sondern bloss in der medianen Partie seiner hinteren Hälfte rund; die Seiten, sowie die Unterfläche sind mehr abgeflacht; ausserdem ist es aber bedeutend breiter, als hoch. Nur die mittlere Partie nimmt an der Bildung des Gelenkes teil, das distale Ende der vorletzten Phalanx dagegen besitzt eine Fläche, welche sich etwa folgendermassen beschreiben lässt: Sie ist in der Weise zur Längsachse der vorletzten Phalanx schief gerichtet, dass sie diese in der Richtung von vorn und oben nach hinten und unten schräg abstutzt (Fig. 4). Die obere Kante — wo der Knorpel auch am dicksten ist — erscheint stärker gekrümmt, als die untere und der grössere mittlere Teil der Fläche schliesslich ist ganz schwach konvex, ja fast eben.

Zwischen die beiden soeben beschriebenen einander zugewandten Gelenkflächen der letzten und vorletzten Phalanx schiebt sich nun der von v. Wittich aufgefundene Zwischengelenkknorpel ein (Fig. 4, *zw*). Seine distale und proximale Fläche entsprechen ihrer Form nach den ihm anliegenden Teilen der Phalangengelenkflächen, erstere ist also stark, letztere nur schwächer konkav. Im übrigen hat er die Gestalt eines abgestumpften Kegels. Auf Schnitten findet man den Zwischengelenkknorpel in der Regel so gelagert, dass er selbst fast vollständig unter dem Gelenkende der vorletzten Phalanx liegt, und dass der proximale Teil des Gelenkendes der letzten Phalanx wiederum unter ihm gelegen erscheint.

Diese Verhältnisse, welche für die Feststellung der Funktionsweise des Gelenkes natürlich von grösster Bedeutung sind, waren bisher noch nicht richtig dargestellt worden, weder hinsichtlich der Gestaltung der Gelenkflächen, noch bezüglich der Lagerung der

[1]) (39) pag. 172.

einzelnen Teile zu einander. So sollte nach v. Wittich[1]) „das dem Zwischenknorpel zugekehrte Gelenkende der vorderen Phalanx aus zwei ungleich konvexen Flächen bestehen“, von denen „die kleinere, der Beugeseite zu gelegene in die Konkavität des Zwischenknorpels greife“. Nach Leydigs Darstellung[2]) aber — der übrigens hierauf weniger Gewicht gelegt zu haben scheint — endigte die vorletzte Phalanx in einer ziemlich senkrechten, indessen gleichfalls eher von oben und hinten nach unten und vorn geneigten Fläche. Dewitz[3]) schliesslich, der noch weniger auf diese Dinge achtete, dürfte, soweit man aus seiner gerade an dieser Stelle abgebrochenen Zeichnung überhaupt noch zu urteilen vermag, sie wenigstens am richtigsten gesehen haben, ohne sie jedoch irgendwie im Texte zu erwähnen.

Der Körper der vorletzten Phalanx ist an beiden Enden etwas erweitert (ungefähr sanduhrförmig) und in der Vertikalebene schwach gekrümmt. Ihr proximales Gelenkende ist etwa kugelig, während das gegenüberliegende distale Ende der folgenden (1.) Phalanx[4]) seiner Gestalt nach sich mehr dem distalen Gelenkende der vorletzten Phalanx nähert, häufig indessen auch noch eine ganz seichte mittlere Konkavität aufweist. Auch an diesem Gelenke, sowie an den Metatarso- (bezw. Metacarpo-) Phalangealgelenken sind Zwischenknorpel eingeschaltet; dieselben weichen jedoch von dem zwischen letzter und vorletzter Phalanx befindlichen ab, indem sie „Ringe“ darstellen (Fig. 13). Der Querschnitt dieser Ringe bildet zwei mit der Spitze einander zugekehrte Dreiecke, deren Seiten aus gekrümmten, kreisbogenähnlichen Linien bestehen, d. h. die Ringe nehmen von der Peripherie her gegen das gedachte Centrum zu an Dicke ab. Am besten kann man sich eine körperliche Vorstellung von ihnen machen, wenn man sich etwa zwei einander schneidende Kugelmützen denkt, welche selbst beide von einem Cylindermantel durchschnitten werden; einem von derartigen Flächen begrenzten Körper gleichen jene Ringe, welche als Zwischenknorpel in den proximalwärts gelegenen Gelenken der Zehen eingeschaltet sind. Man kann sie unter dem Präpariermikroskop mit einiger Sorgfalt noch ganz gut herauspräpa-

[1]) (39) pag. 172 und Taf. VIII, Fig. 2.

[2]) (17) Taf. I, Fig. 4.

[3]) (7) Taf. IX, Fig. 10.

[4]) Eine solche Phalanx ist natürlich wie bei den anderen Anuren nicht an allen Fingern oder Zehen vorhanden.

rieren (Fig. 13), überzeugt sich indessen auch auf Schnitten mit Leichtigkeit von ihrem Vorhandensein.

Leydig dürfte der erste Forscher gewesen sein, welcher diese in den proximal gelegenen Gelenken vorkommenden Zwischenknorpel erwähnt hat.[1])

Soweit ich die Litteratur kenne, sind bei anderen Anuren bisher derartige Zwischengelenkknorpel aus den Interphalangealgelenken noch nicht angegeben worden; die einzige Angabe, dass sie überhaupt noch bei anderen Amphibien vorkommen, finde ich bei Leydig, welcher solches für *Salamandra atra* anführt.[2])

Indessen dürfte dies doch vielleicht bloss daran liegen, dass man bisher diesem Punkte überhaupt zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt hat. Denn, wie ich mich selbst überzeugt habe, gelingt es z. B. auch bei *Rana esculenta* sowohl auf Schnitten, wie durch Präparation, ähnliche Elemente nachzuweisen. Es ist dies nur deshalb hier etwas schwieriger als beim Laubfrosch, weil die Gelenkkapsel und die Bänder viel fester sind und eine innigere Verwachsung zwischen diesen und den Zwischenknorpeln statt hat. Ich möchte daher vermuten, dass die Zwischengelenkknorpel zwischen den Interphalangealgelenken den Anuren, vielleicht sogar den Amphibien überhaupt allgemein zukommende Elemente sind. Indessen dürfte wohl die mächtige Entwickelung des Zwischenknorpels im Gelenk der letzten und vorletzten Phalanx als eine den Laubfröschen speziell zukommende Bildung anzusehen sein; wenigstens fand ich bei *Rana* hier keinen in solcher Weise entwickelten Knorpel vor.[3])

Die Bandverhältnisse der Gelenke, speziell desjenigen zwischen letzter und vorletzter Phalanx sind schon durch v. Wittich im grossen und ganzen in zutreffender Weise dargestellt worden; ich schliesse ihrer Beschreibung gleich die Schilderung der die Endphalanx bewegenden Muskulatur an.

Die Gelenkkapsel ist im allgemeinen ziemlich locker; doch finden sich namentlich seitlich besonders verstärkte Partien; sie wurden von v. Wittich als seitliche Bänder, *Ligamenta lateralia*, be-

---

[1]) (17) pag. 27 und (5) pag. 166.

[2]) (19) pag. 166; Taf. IX, Fig. 26.

[3]) Bei einem nicht näher bestimmten tropischen Laubfrosche (*Polypedates?*) fand ich eine noch viel bedeutendere Ausbildung dieses Zwischengelenkknorpels als bei unserer einheimischen Art.

zeichnet und sollen nach seiner Angabe „schräg von der Beugseite der vorderen zur Streckseite der vorletzten Phalanx“ verlaufen.[1]) Der Hauptsache nach stimmen meine Untersuchungen mit dieser Angabe überein, nur finde ich, dass diese verstärkten Partien der Gelenkkapsel hauptsächlich an den Seitenflächen des Gelenkknorpels der letzten Phalanx inserieren und nur ein kleiner Teil von Fasern an der Mitte von dessen Basis sich ansetzt, dass ferner allerdings der grösste Teil der Fasern von den oberen Seitenflächen des Gelenkendes der vorletzten Phalanx entspringt, wiederum aber ein kleiner Teil von dessen Plantarseite seinen Ursprung nimmt. Die seitlichen, von oben herab ziehenden Teile sind sowohl mit dem Ende der vorletzten Phalanx, wie mit dem Zwischengelenkknorpel in Verbindung.

v. Wittich spricht auch noch von einem besonderen „oberen und unteren Kapselband“. Letzteres ist nichts anderes, als die eben erwähnten mittleren basalen Fasern; da diese aber mit den nach beiden Seiten ziehenden zu einem Ganzen vereinigt sind, so kann man nicht eigentlich von gesonderten „Bändern“ sprechen, sondern bloss von verstärkten Partien der Gelenkkapsel, die durch regelmässigeren Verlauf und grössere Stärke der Fibrillen ausgezeichnet sind; dadurch erhalten dieselben allerdings ein bandartiges Ansehen und können der Kürze halber auch als Bänder bezeichnet werden, wenngleich sie untereinander zusammenhängen. Ein „oberes Kapselband“ habe ich in keiner Weise bestätigen können. — Von den seitlichen „Bändern“ ziehen ferner Fasern, welche das Gelenk verlassen, gegen die Plantarepidermis zu, um sich zusammen zu einer derben Grenzfascie zu vereinigen. Wenn man die Haut einer Zehe abpräpariert, so sieht man daher diese Fascie proximalwärts mit zwei seitlichen Zipfeln beginnen (Fig. 2); durchschneidet man die Fascie durch einen Längsschnitt und breitet sie zur Seite, so sieht man ihre Verbindung mit der Gelenkkapsel bezw. mit deren Bändern, sowie das Ende der an die Endphalanx plantarseits antretenden Sehne (Fig. 3).

Die Muskelverhältnisse der Finger und Zehen sind, soweit sie für unser Thema in Betracht kommen, so ziemlich die gleichen wie diejenigen beim Frosche und kann ich daher im allgemeinen auf diese

[1]) (39) pag. 172.

verweisen.[1]) Eine besondere Besprechung erfordern nur die die Bewegung der Endphalanx vermittelnden Muskeln wegen ihrer besonderen Wichtigkeit, sowie wegen einzelner von dem beim Frosche Bekannten abweichender Verhältnisse.

Gebeugt werden die Endphalangen durch die *Musculi flexores digitorum longi*, deren lange Endsehnen unterhalb der Phalangen verlaufen, und auf deren genaues Verhalten in der Hand- bezw. Fussfläche hier nicht näher eingegangen zu werden braucht. Die Endsehnen inserieren an den proximalwärts gelegenen Phalangen nicht; dagegen sind sie, wie schon v. Wittich[2]) erwähnt, „durch bandartige Scheiden an diese befestigt", was ich bestätigen kann. Wenn man nämlich nach Entfernung der Haut auf der Plantarseite der Zehen die Sehne kurz vor ihrem distalen Ende durchschneidet und sie dann proximalwärts abzuheben versucht, so bemerkt man, dass zu diesem Zwecke eine bindegewebige Membran durchrissen werden muss, damit die Manipulation ausgeführt werden kann. Auf Querschnitten durch Zehen erkennt man noch deutlicher diese an den Seiten der Phalangen sich ansetzende Sehnenscheide, welche gewissermassen in den an der Plantarseite der Phalangen befindlichen Lymphraum hereinhängt.[3])

Die Sehnen der Flexoren treten, wie wiederum v. Wittich zuerst gezeigt hat, mit zwei Ästen an die Endphalanx heran; unterhalb des distalen Gelenkendes der vorletzten Phalanx nämlich spaltet sich die ursprüngliche Sehne in zwei in spitzem Winkel auseinandertretende Hälften, welche zwischen den von den seitlichen Gelenk-

---

[1]) Man vergleiche hierzu Ecker (10) pag. 102 ff. u. 123 ff. — In der Terminologie schliesse ich mich an Ecker an. Einige Abweichungen in der Muskulatur der Extremitäten (im Vergleiche mit *Rana*) sind von Klein ([15], pag. 32 ff.) verzeichnet worden; sie betreffen sämtlich Muskeln, welche für uns weniger wichtig sind und deshalb auch nicht hier aufgezählt werden brauchen.

[2]) (39) pag. 174.

[3]) Ecker giebt von *Rana* an, dass „an der Hand von eigentlichen Lymphsäcken kaum mehr die Rede sein könne" und dass am Fusse „auf der Planta die Haut durch Bindegewebe und zahlreiche Sehnenfäden mit den unterliegenden Teilen zusammenhänge" ([10] pag. 111 u. 113). Beim Laubfrosch befindet sich unter jeder Phalanx (mit Ausnahme der letzten, wovon unten noch die Rede sein wird), ein zusammenhängender Lymphraum; an der Unterseite der Zehen hängt die Haut nur an den Gelenken mit dem übrigen Zehenkörper zusammen.

bändern zur Plantarfascie ziehenden Fasern hindurchtreten und sich seitlich an das Periost der Endphalanx ansetzen (Fig. 2 u. 3).

Die Extension der Endphalanx bewirken in der Hand der *Musc. extensor digitorum communis brevis*, welcher, wenigstens in dem 3. bis 5. Finger, jeweils eine an der Ulnarseite zur Endphalanx verlaufende Sehne entsendet, sowie die mit ihren Sehnen längs der Radialseite der Phalangen hinziehenden *M. interossei*, im Fusse dagegen die in jeder Zehe paarig vorhandenen *M. interossei*. Die zu beiden Seiten der Phalangen hinziehenden Sehnen der erwähnten Muskeln vereinigen sich jeweils über der vorletzten Phalanx in einer Fascie, in welcher man jedoch, namentlich auch auf Schnitten, die Sehnen noch als dichtere Züge erkennen kann, und setzen sich dann in dieser Form an die Dorsalfläche der Endphalanx an. Diese Verhältnisse, welche mit den beim Frosch obwaltenden im wesentlichen übereinstimmen, haben schon durch v. Wittich[1]) eine zutreffende Schilderung erfahren.

Bezüglich der die übrigen Phalangen bewegenden Muskeln kann auf die Ecker'sche Darstellung für den Frosch, sowie auf die citierten Klein'schen Angaben verwiesen werden. — Von den Interphalangealgelenken — abgesehen von dem bereits beschriebenen zwischen letzter und vorletzter Phalanx — mag noch erwähnt werden, dass jeweils von der Dorsalseite der proximalwärts gelegenen Phalangen durch die ringförmigen Zwischenknorpel je ein starkes Band zur Plantarseite der distalwärts gelegenen Phalangen hindurchtritt.[2])

Über die feineren Bauverhältnisse des Skelet- und Bandapparates der Zehen und Finger ist folgendes zu bemerken:

Die Phalangen stellen, wie auch bei den übrigen Batrachiern, markerfüllte Röhrenknochen dar, deren knöchernen Teile indessen ziemlich dünn erscheinen. In einem Falle fand ich — was beiläufig erwähnt sein mag — die Markhöhle einer Endphalanx mit hyalinem Knorpel, anstatt mit Knochenmark, erfüllt. Der Knorpel war in diesem pathologischen Falle in direktem Zusammenhang mit dem Gelenk-

---

[1]) (39) pag. 176.

[2]) Beim Frosch ist dasselbe der Fall; die Gelenke scheinen sich, namentlich in der hinteren Extremität, von denen des Laubfrosches besonders durch eine bedeutende Verstärkung der Gelenkkapsel zu unterscheiden.

knorpel der sonst ganz normalen Endphalanx und erfüllte dieselbe bis zu deren Spitze.

Hinsichtlich der Zwischengelenkknorpel war schon Leydig[1]) seiner Zeit zu der Anschauung gekommen, dass dieselben „nicht aus eigentlichem Knorpel gebildet seien, wie ein solcher nach beiden Seiten hin an den Gelenkknorpeln der Phalangen zum Vergleich sich darbiete, sondern dass sie nach ihrer Struktur, weil aus festem Bindegewebe bestehend, als Bandscheiben anzusprechen seien.“ Das ist in der That in gewissem Sinne richtig, indem nämlich die Zwischenknorpel nicht aus hyalinem Knorpel bestehen, wie die Gelenkknorpel der Phalangen, sondern aus Faserknorpel, den man ja als ein durch Einlagerung von Knorpelzellen modifiziertes Bindegewebe auffassen kann und sogar auch geradezu als „bindegewebigen Knorpel“ bezeichnet hat.[2]) Sie schliessen sich somit hierin dem aus der menschlichen Anatomie über ähnliche Gebilde Bekannten an, da ja auch hier z. B. die Zwischengelenkknorpel des Knie-, Kiefer-, Brustbeingelenks u. a. aus Faserknorpel bestehen.[3]) Schon eine oberflächlichere Betrachtung von Schnitten durch die Zehen lässt erkennen, dass Gelenk- und Zwischengelenkknorpel sich histologisch unterscheiden. Bei Karminfärbung (Boraxkarmin) färbt sich die Grundsubstanz ersterer gar nicht, letzterer dagegen blass-rosa; umgekehrt nimmt erstere Hämatoxylin rasch und begierig auf, während bei den Zwischengelenkknorpeln sich zu gleicher Zeit noch keine Spur von einer Färbung der Grundsubstanz mit diesem Farbstoff erkennen lässt. Ausserdem sind letztere bedeutend reicher an Knorpelzellen als die hyalinen Knorpel der Phalangenenden; dieselben gruppieren sich zu dichten Nestern von länglich spindelförmigem Bau, welche grössere sekundäre Balken von Grundsubstanz zwischen sich frei lassen. Die Anordnung der Knorpelzellengruppen ist im allgemeinen eine konzentrische, was besonders bei den ringförmigen Knorpeln aus den Gelenken der proximalen Phalangen schön zu sehen ist (Fig. 13). In der Grundsubstanz gewahrt man bei stärkerer

---

[1]) (17) pag. 27.

[2]) Vgl. z. B. Frey, Handbuch d. Histologie u. Histochemie, 5. Aufl. 1876, pag. 195.

[3]) Man vgl. die Handbücher der menschlichen Gewebelehre, z. B. Kölliker (16) pag. 309.

Vergrösserung die Fibrillen, welche dieselben in verschiedener Richtung durchkreuzen und den Knorpel als Faserknorpel charakterisieren.

Die Sehnen der Zehenbeuger enthalten, wie dies auch von anderen Anuren und durch Leydig auch von *Salamandra* bekannt ist, an manchen Stellen mitunter Knorpelzellen.[1])

2. Epidermis. Bei Untersuchung des Integumentes der Haftballen war meine Aufmerksamkeit zunächst auf die eigentümliche, zuerst von Leydig erkannte Struktur der Epidermis der Plantarseite gerichtet; indessen ergaben sich im Verfolge meiner Studien doch mancherlei Beobachtungen, welche mich veranlassen, auch auf den Bau der übrigen, wenn ich so sagen darf, gewöhnlichen Epidermis, wenigstens hinsichtlich einiger Punkte, einzugehen.

Dass ich eine Cuticula, wie man sie bei Amphibien öfters zu finden glaubte, nicht wahrgenommen habe, möchte ich mehr beiläufig bemerken, ohne mich auf eine genauere Diskussion dieses Gegenstandes einzulassen, der meinem eigentlichen Thema ferner liegt. Immer liessen sich — unter Anwendung geeigneter Tinktionsmittel — in der äussersten dünnen Lamelle der Epidermis, auch unmittelbar vor der Häutung die Reste von Kernen noch nachweisen.[2]) Die äusserste Zellenlage, welche an ihrer äusseren Oberfläche einen verdickten Saum — „Cuticularsaum“ (Fig. 11, *cs*) — besitzt, ist die einzige verhornte Schicht; unter ihr befinden sich noch 3—4 Lagen unverhornter Zellen, die sich von ersteren durch meist stärkere Färbbarkeit ihres Protoplasmas unterscheiden. Kurz vor der Häutung hat natürlich auch schon die zweitoberste Lage mehr das Ansehen und den Charakter einer verhornten Schicht angenommen. Alle Zellen stehen durch feine Intercellularbrücken miteinander in Verbindung, auch zwischen der äussersten und der nächstuntersten Schicht konnte ich vor der Häutung die darauf wohl zurückzuführende Strichelung selbst dann noch wahrnehmen, wenn an anderen Körperstellen die erstere sich bereits abzulösen begonnen hatte.

---

[1]) (19) pag. 166.

[2]) Von den im Laufe dieser Untersuchung angewandten Methoden fand ich hierzu besonders Eosin geeignet, das ich übrigens immer in Verbindung mit Hämatoxylin zur Verwendung brachte. In dem abgebildeten Schnitte (Fig. 11) sind die Kerne der äussersten Schicht nicht eingezeichnet, da sie bei der aus anderen Gründen notwendigen Methode, mit welchen das betreffende Präparat behandelt war, nicht zur Anschauung kamen.

Gemäss dem oben Erwähnten wird natürlich beim Laubfrosch auch stets nur eine Lage verhornter Zellen bei der Häutung abgeworfen, während beim Frosch zwei Zellschichten entfernt werden sollen.

Recht interessante Verhältnisse ergaben sich mir bei Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Epidermis und Cutis.

Seit F. E. Schulze's[1]) Untersuchungen über „Epithel- und Drüsenzellen" ist bekannt, dass bei den Amphibien die Zellen der untersten Zellenlage der Epidermis mit „kleinen zahn- oder stachelartigen Fortsätzen" besetzt sind, welche nach seiner Auffassung „eine feste Verzahnung" mit der Cutis bewirken sollten.

Auch ich habe diese fein gezackten Fortsätze der untersten Epidermiszellenlage wohl bemerkt und gefunden, dass sie — bei Betrachtung eines Schnittes! — oft recht spitz und tief in die Cutis hineinragen; ich habe aber ausserdem gesehen, dass diese spitzen Fortsätze in feine Fädchen auslaufen, welche mit den protoplasmatischen Ausläufern der verästelten Bindegewebszellen der darunter liegenden Cutisschicht zusammenhängen; die Ausläufer der Epidermis- und Bindegewebszellen bilden miteinander gewissermassen ein zusammenhängendes Netzwerk (Fig. 11).

Diese Verhältnisse sind am deutlichsten an der Epidermis der Plantarseite der Haftballen zu beobachten, in einer etwas modifizierten Form, die ich weiter unten noch schildern werde. Indessen auch an anderen Stellen der Epidermis kann man sie zur Anschauung bringen. Indem ich mir vorbehalte, bei anderer Gelegenheit auf diesen Gegenstand ausführlicher zurückzukommen, beschränke ich mich hier darauf, einen Querschnitt durch die an der Seite eines Haftballens befindliche gewöhnliche Epidermis abzubilden. Nach dem oben Gesagten brauche ich kaum noch etwas zur Erläuterung der Abbildung hinzuzufügen, die sich wohl von selbst erklären dürfte (Fig. 11).

Schon von älteren Beobachtern war des öfteren angegeben worden, dass Verbindungen zwischen Epithel- und Bindegewebszellen

---

[1]) (33) pag. 166; hinsichtlich der früheren Beobachtungen über diesen Gegenstand bei anderen Objekten verweise ich auf Schulze's Angaben, ibid. pag. 141 f. — Ich werde übrigens an anderem Orte noch selbst Gelegenheit nehmen, genauer auf die diesbezügliche Litteratur einzugehen und darf mich deshalb wohl hier auf diesen kurzen Hinweis beschränken.

vorkämen; indessen scheinen in der neueren Litteratur nicht nur diese Mitteilungen ziemlich in Vergessenheit geraten zu sein, sondern es ist offenbar die Sache selbst auch von Wenigen wieder beobachtet worden. In den Handbüchern vor allem findet man hierüber far gar keine Angaben.[1])

Die einzigen neueren Beobachter, welche von einem Zusammenhang zwischen Epidermis- und Bindegewebszellen — bei Wirbeltieren wenigstens — mit Sicherheit etwas berichten, sind Leydig und P. und F. Sarasin. Bereits im Jahre 1879[2]) suchte Leydig nach Beobachtungen am Integument von Fischen (Petromyzon) wahrscheinlich zu machen, dass dünne Fäserchen, die aus der Epidermis kämen, mit „feinen Ausläufern von Protoplasmazellen" des Coriums zusammenhängen möchten. Einige Jahre darauf aber (1885) teilte er Untersuchungen an Salamanderlarven (*S. maculosa*) mit, welche die eben erwähnte Angabe bestätigten und in der That nachwiesen, dass „die Zellen des Epithels und jene der darunter gelegenen bindegewebigen Schicht ununterbrochen zusammenhängen."[3]) Dasselbe melden P. und F. Sarasin von der Larve von *Ichthyophis glutinosus*.[4])

Indem ich es unterlasse, die verschiedenerlei Modifikationen, welche das Integument an einzelnen Stellen des Körpers darbieten kann, eingehender zu behandeln, wende ich mich nun zur Schilde-

---

[1]) Auf die älteren Angaben in der Litteratur, wie auf die von Darmepithelien und bei Wirbellosen bekannten ähnlichen Verbindungen, behalte ich mir vor, an anderer Stelle genauer einzugehen!

[2]) (21) pag. 172.

[3]) (23) pag. 121 f. Man vergleiche ferner, was Leydig über die Zellen des Eierstockepithels vom Kalbe bemerkt; (24) pag. 360.

[4]) (30) pag. 44. — Ich sehe ab von den Aufstellungen Heitzmanns, welche mir etwas allzu allgemein gehalten und zu wenig durch wirkliche Beobachtungen begründet erscheinen. Heitzmann sagt ([14], pag. 334): „Die Anheftung der Epithelien und Endothelien an das Bindegewebe ist entweder eine direkte und zwar mittels zarter Fädchen, welche den Saum zwischen den Füssen der Epithelien und den benachbarten Fasern des Bindegewebes durchdringen; oder eine indirekte mittels einer zwischengeschalteten Basalschicht. Die letztere ist wahrscheinlich von einem Bioplassonnetz durchsetzt (ich habe dieses in der Bowmanschen Schicht der Hornhaut der Katze gesehen), mittels dessen die Verbindung mit jenem der Epithelien hergestellt wird." — Eine genauere Darstellung dieses „Bioplassonnetzes" kann ich nirgends finden; auch Abbildungen hiervon werden von Heitzmann nicht gegeben.

rung der Epidermis an der Plantarseite der Zehenendballen, welche ja allein hier zu unserem Gegenstande gehört; ich hoffe übrigens, einige weitere Beobachtungen über den Bau der gewöhnlichen Epidermis bei anderer Gelegenheit mitteilen zu können.

Die Epidermis an der Unterseite der Endballen unterscheidet sich auf Längsschnitten durch die Zehen sofort durch ihre bedeutendere Dicke von der gewöhnlichen Epidermis; sie kann letztere um das Anderthalbfache bis Doppelte an Dicke übertreffen (Fig. 4—7). Indessen beruht diese Erscheinung weniger darauf, dass sie sehr viel mehr Zellschichten enthielte, sondern hauptsächlich auf einer Streckung der einzelnen Elemente in einer auf die Plantarfläche senkrecht stehenden Richtung, was schon Dewitz[1]) richtig erkannt hat; während in der gewöhnlichen Epidermis die einzelnen Zellen mehr den Typus von platten oder höchstens kubischen Zellen besitzen, erscheinen die der Plantarseite des Haftballens meistens als kubische oder cylindrische Elemente. Schon v. Wittich[2]) und noch deutlicher Leydig[3]) und Dewitz[4]) haben angegeben, dass die Epidermis an der erwähnten Stelle „aus einer ganzen Anzahl von Lagen" bestehe, deren Leydig „wenigstens sechs zählte", während Dewitz 6—8 bemerkte. Ich fand in der Regel gleichfalls sechs oder sieben Schichten. Da die Basen der regelmässig cylindrischen oder kubischen Zellen der einzelnen Schichten zusammen mehr oder minder scharfe Linien bilden, während bei den gewöhnlichen geschichteten Epithelien die Zellen der einzelnen Schichten zwischeneinander hineingeschoben erscheinen, so könnte man das Epithel eigentlich als ein „regelmässig geschichtetes Cylinderepithel" bezeichnen.

Dewitz hat weiterhin richtig angeführt, dass „die Zellen der äusseren Schichten viel länger als die der inneren sind", und dass man „bei den inneren die Zellgrenzen nie so deutlich als bei den äusseren wahrzunehmen" im stande ist.

Mit der eigentümlich regelmässigen Schichtung sind die Besonderheiten des Epithels indessen noch lange nicht erschöpft.

Zunächst zeigt die innerste Schicht von Zellen in sehr schöner Weise die gleichen Verhältnisse zu der darunter gelegenen Cutis,

---

[1]) (7) pag. 448.

[2]) (39) pag. 177.

[3]) (17) pag. 24.

[4]) (7) pag. 447.

die ich weiter oben schon von einer anderen Epidermisstelle geschildert habe. Nur findet man hier die Fortsätze der Zellen gegen die Cutis zu viel spitzer und schlanker und dichter nebeneinanderstehend, was sie um so leichter bemerklich macht. In der That ist es mir auch hier zum erstenmale gelungen, den Zusammenhang zwischen Zellen des Epithels und der Cutis zu beobachten. Auf Querschnitten durch die Zehen kann man diese Verbindung am leichtesten beobachten (Fig. 9).

Schon die inneren Zellenlagen lassen eine feine Längsstreifung der protoplasmatischen Zellkörper erkennen; noch deutlicher aber tritt dieselbe Erscheinung zu tage, je weiter man von innen nach aussen vorwärts schreitet (Fig. 7). In den mittleren Schichten — am deutlichsten in der zweitobersten — kann man bemerken, dass sie auf einer Differenzierung des Protoplasmagerüstes der Zellen zu fibrillären Zügen beruht, die sich in der Längsachse des Zellkörpers erstrecken (Fig. 8). Es sind jedoch nicht etwa isolierte parallel nebeneinander herlaufende Fibrillen, die sich auf diese Weise ausbilden, sondern zwischen den einzelnen Längszügen des Protoplasmanetzes bleiben steil-schräg verlaufende Verbindungen bestehen. Gleichzeitig beginnt um den Kern, der stets noch ein oder zwei deutliche grosse Kernkörperchen enthält, ein von den inneren nach den äusseren Lagen zu allmählich an Grösse zunehmender heller Hof zu entstehen. Je mehr dieser Hof an Ausdehnung gewinnt, desto mehr werden die fibrillären Züge des Protoplasmas nach der einen Seite des Zellkörpers hin zusammengedrängt. Beobachtet man Längsschnitte durch Zehen von Tieren, welche nicht kurz vor der Häutung stehen, so bemerkt man in der zweitobersten Lage von Zellen von dieser Anordnung noch wenig, dagegen stellt sich bei solchen Präparaten die oberste Schicht in folgender Weise dar (Fig. 8):

Zunächst fällt z. B. bei Karminfärbung auf, dass die äusserste Zellenlage bedeutend schwächer gefärbt ist, als die unteren Schichten; der Körper der Zellen ist fast ganz farblos geworden, zeigt also das Verhalten der verhornten Lagen. Weiterhin erscheinen die Zellen im Schnitte nicht mehr als Rechtecke, sondern als schiefwinklige Parallelogramme, so zwar, dass deren äussere an der Oberfläche gelegene Begrenzungslinie „nach der Spitze der Zehe zu übergelegt“ ist, wie schon Dewitz[1]) richtig angegeben hat. Die

[1]) (7) pag. 448.

derartig rhombisch gewordenen Zellen sind nun durch ihre längere Diagonale in zwei der Struktur nach ungleiche Hälften geteilt. Diejenige dreieckige Hälfte der Zelle, welche mit einer Dreiecksseite an die unterliegende Zellenlage anstösst, besitzt an der Basis bis etwa zur Grenze des untersten Drittels eine blasse und feinkörnige Struktur. Der ganze übrige Teil des Dreiecks wird von dem den Kern umgebenden hellen Hof, sowie vom Kerne selbst eingenommen. Während in den unteren Zellschichten der Kern mehr oder weniger rundlich ist, ein deutliches grosses Kernkörperchen enthält und sich ziemlich distinkt färbt, ist hier in der obersten Zellenlage nicht nur die Färbung des Kerns stets viel schwächer und ausserdem von einem Nucleolus nichts mehr zu bemerken, sondern auch seine Gestalt hat eine eigentümliche Metamorphose erlitten; der Kern hat nämlich eine im allgemeinen eiähnliche Form angenommen, deren gegen die Oberfläche der Zelle gerichtete Spitze in der Regel in mehrere, meist stumpf abgeschnittene Fortsätze zerteilt ist.[1]) — Die andere Hälfte der Zellen — also das mit der Spitze an die unterliegende Zellschicht anstossende Dreieck — besteht bloss aus den oben bereits angeführten fibrillären Differenzierungen der Zellsubstanz. Auf medianen Längsschnitten durch die Zellen erkennt man an der Basis nur wenige Fibrillen, gegen das freie Ende der Zelle zu jedoch eine bedeutend grössere Anzahl derselben. Die letzteren erscheinen z. T. als Verzweigungen der an der Basis in geringerer Anzahl vorhandenen Fibrillen und anastomosieren bezw. verflechten sich untereinander. Wie die Untersuchung von anders gerichteten Schnitten durch die Epidermis ergiebt, bildet die fibrilläre Struktur der Zellen einen fast unter deren ganzer Peripherie hinziehenden Mantel; auch auf Längsschnitten, welche tangential getroffene Zellen zeigen, lässt sich dies feststellen; bei solchen erscheint natürlich der ganze Zellkörper gleichmässig längsgestreift (vgl. z. B. in Fig. 7). Wie schon die Oberfläche der darunter liegenden Zellen eine verdichtete Zone, einen im Entstehen begriffenen Cuticularsaum, aufweist, so ist ein solcher an der freien Oberfläche der obersten Zellenlage noch schärfer und deutlicher zu erkennen (Fig. 7 u. 8, *cs*). Weiterhin aber verhalten sich die Elemente der letzteren auch in der Hinsicht eigentümlich, dass — auf den Schnitten — von der Oberfläche her spitzwinklige

[1]) Schon Leydig scheint hiervon einige Andeutungen gesehen zu haben; vgl. (17) Taf. I, Fig. 7.

Spalten ein Stück weit zwischen die einzelnen Zellen, gewissermassen keilförmig, vorgetrieben erscheinen (*f*). Betrachtet man das Epithel von der Fläche, so findet man die Ursache dieser Erscheinung darin, dass die einzelnen Zellen an der äusseren Oberfläche durch an den Zellgrenzen verlaufende Furchen voneinander getrennt sind, oder, wie Leydig[1]) sich ausdrückt, „dass das Kopfende der einzelnen Zellen hervorsteht".

Auch von der fibrillären Differenzierung der Zellsubstanz ist übrigens einiges von demselben Forscher zuerst gesehen worden, indem er von „einer gewissen, von vorn nach hinten gehenden Streifung" spricht, und ebenso hat er den Cuticularsaum schon beobachtet. Leydig führt jedoch ausserdem „eine andere Streifung" an, „die mit der ebengenannten nichts zu schaffen habe", die man an der freien, vom Cuticularsaum bedeckten Fläche bemerke" und „die auf eine Faltenbildung der Cuticula zurückzuführen sei." Diese Streifung ist indessen nichts anderes als die von der Fläche gesehene fibrilläre Differenzierung, die ich oben genauer beschrieben habe und die Leydig als einfache Streifung bezeichnet hatte, weil ihm offenbar keine genau medianen Schnitte vorgelegen hatten. — „Eine mittlere Vertiefung" an dem „Kopfende" der einzelnen Zellen, die Leydig gleichfalls angiebt, konnte ich niemals bemerken.

Die soeben gegebene Schilderung der äussersten Zellschicht der Epidermis gilt, wie oben erwähnt, für Tiere, die nicht kurz vor der Häutung stehen. Ist dies aber der Fall, so sind mancherlei Dinge in etwas anderer Weise zu beobachten. Schon Dewitz[2]) — der übrigens die feinere Struktur der Epidermiszellen gar nicht in den Bereich seiner Untersuchung hineingezogen hat, obgleich die Leydigschen Angaben doch dazu geradezu aufforderten — giebt an, dass „die Zellen der äusseren, während der Häutung gelockerten Zellschicht bedeutend an Länge abnehmen." Gleichzeitig mit dieser Verringerung der Dicke der Zellenlage geht aber eine noch excessivere Übereinanderlagerung der einzelnen Elemente übereinander einher, indem dieselben in diesem Zustande beinahe dachziegelförmig angeordnet erscheinen; das freie Ende der Zellen ist dabei natürlich gleichfalls gegen die Spitze der Zehe zu geneigt, wie das ja auch sonst immer der Fall ist (Fig. 7).

---

[1]) (17) pag. 24.

[2]) (7) pag. 447.

Die zweitoberste Schicht lässt in diesem Falle ein Mittelstadium zwischen den oben beschriebenen Zuständen der äussersten bezw. nächstobersten Lage erkennen (Fig. 7). Man findet nämlich auf median getroffenen Längsschnitten die Teilung der Zellen in zwei Hälften schon angedeutet, die eine der Hälften wird vom Nucleus und dem ihn umgebenden hellen Hofe eingenommen, während die andere von der Zehenspitze abgewandte Hälfte die fibrillären Bildungen enthält; indessen sind einerseits diese letzteren noch nicht an der Basis so zusammengedrängt, andererseits sind die Zellen selbst noch fast gar nicht gegen die Zehenspitze zu geneigt, wie dies in dem oben geschilderten späteren Stadium der Fall ist, wenn dieselbe Zellenlage, nach Abhebung der äussersten Schicht durch die Häutung, selbst zur oberflächlichen Lage geworden ist. Besonders deutlich ist ferner eine zur Oberfläche senkrecht stehende Strichelung des oberen Randsaumes der Zellen, die ich anfangs auf besonders deutlich gewordene Intercellularbrücken zurückzuführen geneigt war (Fig. 7, *cs'*). Genauere Untersuchung indessen, insbesondere an solchen Präparaten, wo sich die äusserste Schicht abgehoben hatte, zeigte klar, dass die Struktur in deutlichster Weise an der nun freien Oberfläche der Zellen selbst sich befand, mithin also den Zellen selbst angehörte. Sie dürfte vielleicht wohl als der in Bildung begriffene Cuticularsaum in Anspruch zu nehmen sein; gestrichelte Cuticularsäume sind ja ohnedies keine Seltenheit, sodass aus diesem Grunde die Deutung kaum etwas Unwahrscheinliches an sich hätte.

Zwischen den einzelnen Zellen beobachtete ich schliesslich auf den Schnitten unmittelbar unter der an die abzustossende Zellschicht angrenzenden Fläche kurz spindelförmige Vakuolen; sie sind nichts anderes als der Ausdruck der im Entstehen begriffenen Furchen, welche die später frei an der Oberfläche liegenden Zellen am „Kopfende“ umziehen, und die ich oben angeführt habe. Ihrer Entstehung nach dürften diese Kanäle (*f'*), die, wie gesagt, auf Schnitten gewissermassen als Vakuolen erscheinen, wohl auf Intercellularräume zurückzuführen sein.

Ohne jetzt schon die funktionelle Bedeutung der eigentümlichen, soeben beschriebenen Modifikation der Epidermis vollständig erörtern zu wollen, wie ich sie zu erkennen vermeine, halte ich es doch für angebracht, die früher in dieser Hinsicht geäusserten Vermutungen schon an dieser Stelle kurz durchzugehen. Es handelt sich natür-

lich hierbei hauptsächlich um die Bedeutung der Streifung der Zellen.

Leydig[1]), dem Entdecker der Struktur, welcher eine einfache „Streifung" konstatierte, schien diese deshalb „merkwürdig, da sie ihn durchaus an die beginnende Differenzierung der kontraktilen Substanz zu Muskelstreifen bei gewissen Infusorien erinnerte." Nach meiner obenstehenden Schilderung dürfte aber wohl klar sein, dass an eine solche Erklärung, welche von Leydig selbst übrigens später aufgegeben worden ist, nicht mehr gedacht werden darf, da die Fibrillen, welche die „Streifung" hervorrufen, auf keinen Fall kontraktile Elemente sein können.

Braun[2]) deutete später, wohl ohne das Objekt aus eigener Anschauung zu kennen, die streifige Struktur als den Beginn der Bildung von Häutungshärchen, wie sie aus der Reptilienepidermis bekannt sind. Auch diese Ansicht dürfte indessen durch die einfache Beschreibung als widerlegt betrachtet werden dürfen.

In seiner Schrift „Über die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien" sodann berichtet Leydig[3]) selbst über diese neue Auslegung seiner früheren Beobachtungen, ohne jedoch daran irgendwelche Kritik zu üben.

Auch bei späteren Gelegenheiten äusserte er sich gar nicht oder wenig mehr über die Bedeutung der Struktur, die er dabei als Protoplasmastruktur auffasst.[4])

Eine ganz andere Bedeutung möchte Pfitzner[5]) den Epidermiszellen aus den Haftballen zuschreiben, indem sie ihm „nach der Abbildung Leydigs eine gewisse Ähnlichkeit mit den sog. Flaschenzellen zu haben scheinen." Auch diese Vermutung darf ich nach meiner Beschreibung als wohl nicht weiter diskussionsbedürftig auffassen.

Schliesslich wäre dann vielleicht noch zu erwähnen, dass Kölliker[6]) sie unter denjenigen streifigen Strukturen des Protoplasmas anführt, „welche Beziehung zum Stoffwechsel, in specie zur Säftebewegung zu haben schienen." Da die äusserste Zellenlage ver-

---

[1]) (17) pag. 24.

[2]) (3) pag. 160.

[3]) (18) pag. 23.

[4]) Z. B. (22) pag. 46 und (23) pag. 8.

[5]) (28) pag. 513.

[6]) (16) pag. 12.

hornt ist, die Streifung also auf dem Vorhandensein erhärteter Fibrillen in den Zellen beruht, so kann, meiner Ansicht nach, auch diese Auffassung nicht aufrecht erhalten werden.

Ich meine vielmehr, dass diesen fibrillären Bündeln eine mechanische Funktion zukommt, welche auf ihrer Elastizität beruhen möchte. Sie würden gleichsam kleine federnde Apparate darstellen, die bei der Funktion der Haftballen nicht unwichtig zu sein scheinen. In welcher Weise sie hierbei beteiligt sind, und wie sich vor allem einige spezielle Eigentümlichkeiten der ganzen Zellenlage, namentlich in verschiedenen Stadien der Häutung, aufs Einfachste aus dieser Funktionsart herleiten lassen, das kann erst weiter unten des Genaueren ausgeführt werden, nachdem der Mechanismus des Haftapparates in seiner allgemeinen Wirkungsweise auseinandergesetzt worden sein wird.

Schliesslich erübrigt noch, einiges über die Verbreitung der eigentümlichen Epidermismodifikation, sowie über ihren Übergang in die gewöhnliche Epidermis zu bemerken.

In der ersten Schrift, in welcher Leydig[1]) dieselbe beschreibt, spricht er bloss davon, dass sie an der Plantarseite der Endballen vorkomme. Später dagegen sagt er einmal[2]), dass „sämtliche Finger- und Zehenhöcker, was das Epithel, die Lederhaut und Drüsen anbeträfe, zu ein und derselben Bildung gehörten. Am Endballen träten nur durch die Stellung der letzten Phalanx und die sich ansetzenden Muskeln besondere Verhältnisse ein etc." Es dürfte diese Angabe hinsichtlich der Epidermis wohl einem kleinen Versehen zuzuschreiben sein. Weder erwähnt Dewitz etwas derartiges, noch konnte ich selbst hiervon etwas bemerken. An den gewöhnlichen Ballen unter den Gelenken, sowie an der sog. „sechsten Zehe" ist vielmehr bei *Hyla arborea* die Epidermis durchaus normal. Dagegen kann ich beiläufig erwähnen, dass ich bei einem noch nicht näher bestimmten tropischen Laubfrosch (*Polypedates?*) nicht nur an den Gelenkballen die gleiche Epidermis-Bildung wie an den Endballen beobachtet habe, sondern dass bei diesem Tiere die ganze Epidermis der Plantarseite, auch unter den Phalangen selbst, eine deutliche Längsstreifung aufweist. Die Epidermis ist dabei übrigens bedeutend

---

[1]) (17) pag. 23 ff.

[2]) (19) pag. 178.

niederer als an den Ballen und besteht, wie auch beim Laubfrosch und sonst in der Regel, aus mehr platten Elementen[1]) (Fig. 14).

Am proximalen Rande des Zehenendballens geht die Epidermis ziemlich plötzlich in die gewöhnliche Struktur über, ohne dass sich hierbei besonders bemerkenswerte Verhältnisse darböten. In der „Ringfurche“ dagegen findet sich eine besondere Modifikation der Epidermis, welche die Verbindung der gewöhnlichen Epidermis mit der abweichend gebauten der Plantarseite herstellt. Die Zellen sind nämlich nicht nur hier im allgemeinen etwas grösser als gewöhnlich, sondern es springen namentlich auch die grossen hellen Zellen der obersten Epidermislage mit einem gewölbten Rande ziemlich stark vor (Fig. 10).[2])

3. Cutis. Was die bindegewebigen Teile der Zehen betrifft, so ist, abgesehen von der erwähnten Verbindung der Cutiszellen mit den Fortsätzen der Epidermiselemente, nicht viel zu bemerken.

An der Plantarseite der Endballen findet sich unmittelbar unter der untersten Epidermislage die in der anatomischen Beschreibung erwähnte Grenzfascie, welche starke in der Längsachse der Zehen verlaufende Bindegewebsfibrillen enthält. Unter ihr, nach dem Innern der Zehen zu, beginnt sodann ein lockeres Bindegewebe sich auszudehnen, welches den ganzen unter der Endphalanx gelegenen Raum erfüllt, soweit derselbe nicht von den noch zu schildernden Drüsen und Muskeln eingenommen wird. Am vorderen Teile des Haftballens, unmittelbar unter der Spitze der Endphalanx und vor den Muskeln und Drüsen wird das Bindegewebe ganz besonders locker und weitet seine Lymphspalten zu einem, nur von wenigen glatten Muskelfasern und Bindegewebselementen durchzogenen Lymphraum aus, der jedoch keine eigene endotheliale Begrenzung erkennen liess, wie sie

[1]) Ein eigentümliches Verhältnis zeigte sich hier auch an dem Verhältnis der obersten, abzustossenden, verhornten Schicht zu der darunter liegenden Zellenlage, indem sie nämlich mit keilförmigen Leisten zwischen die einzelnen Zellen derselben eingriff. Löst sich die äusserste Lage los, so bleiben dann ähnliche „Furchen“ um das oberflächliche Ende der Zellen zurück, wie sie beim Laubfrosch am Endballen vorkommen. Die Entstehung derselben ist dagegen, wie hieraus ersichtlich, eine vollständig andere. — Es wäre sehr wünschenswert und gewiss lohnend, einmal die ausländischen Anuren etwas genauer hinsichtlich des histologischen Baues der Epidermis zu untersuchen. Bis jetzt liegen nur sehr spärliche Beobachtungen hierüber vor!

[2]) In einem Falle fand ich in der Epidermis einen Parasiten aus der Klasse der Sporozoen (Fig. 4 u. 5, *p*); ich werde denselben demnächst genauer beschreiben!

anderen Lymphräumen in der Regel zukommt (Fig. 4, *l*). Von früheren Autoren[1]) ist das unter der Endphalanx gelegene nicht von Drüsen erfüllte Gewebe als „maschiges Bindegewebe" beschrieben worden, eine Bezeichnung, die nach dem eben Gesagten, sowie nach den bei Besprechung der glatten Muskelfasern sich ergebenden Resultaten nicht als ganz zutreffend anerkannt werden kann. In dem lockeren Bindegewebe unter der Grenzfascie, sowie in dem zwischen den Drüsen befindlichen finden sich, an manchen Stellen zwischen den Drüsen sogar ziemlich dicht, Pigmentzellen. An der Oberseite der Zehen dehnt sich — auch im Endballen — unmittelbar unter der Epidermis eine Pigmentzellenlage aus; an der Unterseite dagegen fehlt eine solche oder ist wenigstens nie so dicht und regelmässig.[2])

4. Drüsen. Ich sehe an dieser Stelle davon ab, auf den bekannten Bau der gewöhnlichen Drüsen der Anurenepidermis des Näheren einzugehen; sie finden sich an den Zehen unter der normalen Epidermis fast überall und fehlen stets nur über dem Gelenke zwischen letzter und vorletzter Phalanx. Nach Leydig[3]) sollten sie auf der ganzen „Rückenfläche der Finger- und Zehenglieder" vermisst werden, was ich indessen nicht finden kann.

An der Plantarseite treten an ihre Stelle die zuerst von v. Wittich aufgefundenen schlauchförmigen Drüsen, die in dieser Gestalt eine den Haftballen fast ausschliesslich zukommende Drüsenform bei Amphibien darstellen.

Es sind ziemlich lange cylindrische Schläuche, die aus einem einfachen kubischen oder cylindrischen Epithel bestehen und ein deutliches Lumen besitzen. Die längsten der Drüsen besitzen in der Regel einen unter der Endphalanx nach oben und vorn ansteigenden Anfangsteil, der sich dann in einer nach der Plantarseite zu absteigenden und in den Ausführungsgang übergehenden Teil fortsetzt, sodass die Gestalt der Drüsen hakenförmig erscheint. Die Ausführungsgänge, welche über die ganze Sohle zerstreut ausmünden[4]),

[1]) (17) pag. 27 und (7) pag. 450.

[2]) Während Dewitz, ebenso wie ich meistens, an der Plantarseite unter der Epidermis keine eigentliche Pigmentschicht fand ([7] pag. 448), wird von Leydig auch an dieser Stelle eine solche abgebildet ([17] Taf. I, Fig. 4).

[3]) (18) pag. 80 und (19) pag. 178.

[4]) Dies hat zuerst Dewitz ([7] pag. 449) richtig erkannt, im Gegensatz zu Leydig, welcher angegeben hatte, dass alle Drüsen in der die Endballen der Zehen umziehenden „Ringfurche" ausmündeten ([17] pag. 27).

durchsetzen die Epidermis in der Regel etwas schief und bestehen aus einem eigenen platten Epithel, dessen langgestreckte Kerne in der Epidermis leicht unterschieden werden können (Fig. 7). Die oberste verhornte Schicht der Epidermis senkt sich stets durch die ganze Tiefe der Epidermis in die Ausführungsgänge ein, sodass also das Epithel des Ausführganges zweischichtig ist, wenigstens kurz vor der Häutung. Bei der Häutung werden diese eingesenkten „Trichter" in Zusammenhang mit der übrigen Hornschicht abgestossen, wie man sich an Schnitten von in der Häutung befindlichen Tieren leicht überzeugen kann. Auch bei Maceration der Zehen in Drittelalkohol gelingt es, dieselben in Zusammenhang mit der obersten Epidermislage abzuziehen. Stets ist hier, wie auch in letzterer und in den Ausführungsgängen der gewöhnlichen Drüsen, der Nachweis von dem Vorhandensein von Kernen zu erbringen, sodass man also nicht von einer Auskleidung durch eine Cuticula sprechen kann, wie dies z. B. auch Dewitz[1]) noch gethan hat. Dewitz hat übrigens die Schlauchdrüsen am genauesten, und namentlich auch in verschiedenen physiologischen Zuständen untersucht.[2]) Ferner wird richtig von ihm[3]), sowie früher schon von Leydig[4]) erwähnt, dass auch an den unter den Gelenken befindlichen Ballen ähnliche, nur kürzere Schlauchdrüsen sich vorfinden. — Vom Sekrete der Drüsen wird weiter unten zu handeln sein.

5. Muskeln. Ein nicht unwichtiger Unterschied der Schlauchdrüsen von den gewöhnlichen Schleimdrüsen besteht in dem Fehlen der den letzteren allgemein zukommenden und sie regelmässig umhüllenden Muskellage, welche aus einer Reihe von Untersuchungen anderer Forscher näher bekannt geworden ist. An deren Stelle treten dagegen recht zahlreiche andere glatte Muskelfasern, die merkwürdigerweise bisher ganz übersehen worden sind.

Wie ich oben schon erwähnte, berichten sowohl Leydig[5]) wie Dewitz[6]), dass bloss ein lockeres maschiges Bindegewebe, dessen geräumige Maschen mit Lymphe erfüllt seien, das Innere der vor-

[1]) (7) pag. 449.
[2]) (7) und (6).
[3]) (7) pag. 448.
[4]) (19) pag. 178.
[5]) (17) pag. 27.
[6]) (7) pag. 450.

deren Hälfte der Endballen einnehme; und auch v. Wittich[1]) schon spricht bloss von einem „an kernfaserigen Gebilden reichen Bindegewebe". Alle betonen weiterhin ausdrücklich, dass muskulöse Elemente durchaus fehlten.[2])

Nichtsdestoweniger sind solche in reichem Masse vorhanden, ja die glatten Muskelzellen, die man hier findet, sind sogar zum Teil in ganz dichten Zügen und in bestimmter Art angeordnet. Jede Serie von Längs- oder Querschnitten ist im stande — gleichviel welche Methoden man anwendet — den Beweis hierfür in genauester Weise zu erbringen, und ich habe auch in der That sofort bei den ersten Längsschnitten, die ich durch eine Zehe anfertigte, dieselben beobachten können.

Von der Spitze der Endphalanx aus ziehen insbesondere zwei symmetrisch divergierende starke Bündel von glatten Muskelfasern gegen die plantare Grenzfascie zu, in welcher sie sich befestigen. Die Richtung dieser Bündel, welche in einer gegen das proximale Ende der Plantarseite geneigten Ebene von der Spitze der Endphalanx aus sich erstrecken, ist schuld daran, dass man sie bei reinen Längs- oder Querschnitten, die man aus anderen Gründen meist anfertigt, niemals in ihrem ganzen Verlaufe auf einem Schnitte zu Gesichte bekommt, sondern immer nur schief abgeschnittene Stücke derselben. Bei Benutzung von Serien jedoch ist es nicht schwer, festzustellen, dass dieser Verlauf in der That ungefähr in der Richtung der erwähnten Ebene stattfindet (Fig. 4—6, *m*). Die Bündel beginnen dabei spitz an dem oberen distalen Ende der Endphalanx und verbreitern sich gegen die Grenzfascie zu etwas, sodass sie, im ganzen genommen, beide kegelförmige Gestalt besitzen. Ausser diesen dichteren Gruppen von glatten Muskelzellen, die durch ihre langgestreckten Kerne und ihre spezifische Färbbarkeit aufs genaueste charakterisiert sind, findet man noch dünnere aus wenigen Zellen bestehende Züge, welche, gleichfalls von der

---

[1]) (39) pag. 177.

[2]) (39) pag. 177, (17) pag. 25, (7) pag. 447. — Die einzige Angabe, welche über „Muskeln" gemacht wird, ist die oben angeführte Stelle aus einer Leydigschen Arbeit ([5] pag. 179), wo von „an die Endphalanx sich ansetzenden Muskeln" die Rede ist (s. S. 78). Wie Herr Geh. Rat v. Leydig auf meine Anfrage mir mitzuteilen die Güte hatte, sind jedoch hiermit nicht die glatten Muskelfasern, sondern die „Skeletmuskeln" gemeint.

Spitze der Endphalanx ausgehend, den centralen Lymphraum des Endballens durchziehen. Ferner sind auch in das die Schlauchdrüsen umgebende Bindegewebe einzelne gleiche Elemente eingebettet, die in der Regel mehr in der Längsrichtung der Drüsen verlaufen, niemals aber, soviel ich sehe, dieselben in der regelmässigen Weise umkleiden, wie das bei dem Muskelmantel der gewöhnlichen kugeligen Hautdrüsen der Fall ist. Schliesslich sind dann noch ähnliche dünne Züge in verschiedenen Richtungen durch den centralen Lymphraum und das Bindegewebe ausgespannt, von denen jedoch besonders einige in querer Richtung die Zehenballen durchsetzen. Sie scheinen etwa in der Mitte der Plantarseite zu beginnen und von hier nach den beiden Seiten der Zehen, gegen die Ringfurche zu, zu verlaufen. Die Kontraktion dieser quergerichteten Muskelfasern muss, wenn die Zehen auf keiner Unterlage aufliegen, eine mediane Furche erzeugen: eben jene, welche oben als eine sehr gewöhnlich bei konservierten Tieren vorkommende Erscheinung angeführt wurde.

Die unter den Gelenken befindlichen Ballen, welche, wie bereits erwähnt, auch Schlauchdrüsen enthalten, sind gleichfalls ziemlich reich an glatten Muskelfasern.

Auf den Bau der Nerven und Gefässe in den Zehen, welcher der normale ist, braucht nicht näher eingegangen zu werden. Die Kapillaren, welche in den Endballen die Schlauchdrüsen umspinnen, verlaufen im allgemeinen in der gleichen Richtung wie diese.

II. Funktion der Zehen als Haftapparate.

Die bisherigen Angaben über die Funktionsweise der Zehen als Haftapparate gehen zum Teil sehr auseinander. Es dürfte am Platze sein, die wichtigsten Vorstellungen, die man sich in dieser Hinsicht gemacht hat, kurz darzulegen, da sie uns gleichzeitig zu zeigen imstande sind, in welchen Richtungen unsere eigenen Untersuchungen sich zu bewegen haben werden.

Auf dreierlei Weise hat man die Fähigkeit der Laubfrösche, an senkrechten oder überhängenden Flächen festhaften zu können, zu erklären versucht: durch S a u g w i r k u n g, durch A d h ä s i o n und durch K l e b e n.

Die älteren Forscher haben sich teils für die erstere, teils für die letztere Erklärungsart ausgesprochen. So sagt z. B. Rösel[1]): „Es würde der Laubfrosch schwerlich auf den Bäumen wohnen können, wenn er nicht, für allen anderen Froscharten, gleich den Erdschnecken, eine schleimichte und klebichte Haut hätte, vermöge welcher er sich leichtlich an alle Körper anhangen kann." Dagegen behauptet Wagler[2]): „Die Zehen der Baumfrösche haben an ihrer Spitze einen kreisförmigen Hautsaum, der zur Erzeugung eines luftleeren Raumes zwischen der Zehenspitze und ihrer Standebene dient." Vorsichtiger drücken sich Bergmann und Leuckart[3]) aus, indem sie bloss von „einer eigenen Beschaffenheit der Haut der Fingerfläche" sprechen, „welche gleichsam (!) ein Ankleben an Wänden u. dergl. möglich macht." Indessen gründen sich diese Angaben der älteren Forscher, von denen ich bloss einige als Beispiele anführen wollte, keineswegs auf eine genauere Untersuchung der Haftapparate oder gar auf eine experimentelle Prüfung des Vorgangs. Beides versuchte meines Wissens erst v. Wittich in der bereits vielfach citierten Abhandlung. Er gelangte dabei auch als erster zu der Anschauung, dass das Festhaften der Laubfrösche auf einem Adhäsionsvorgang beruhe. Das Resultat seiner Untersuchungen fasste er dahin zusammen[4]), „dass kein physikalischer Grund der Annahme entgegensteht, dass das Haften der Zehenglieder durch eine innige Adhärenz bewirkt wird, die zunächst ihren Grund in dem Niederdrücken der Endphalanx und dem damit verbundenen Anpressen des Haftballens, dann aber in der durch die Sekretschicht erzeugten Kapillarattraktion hat." Er bemerkt ferner ausdrücklich[5]), „dass zu dieser indirekten Mitwirkung das Sekret keiner sehr bedeutenden Klebrigkeit bedürfe."

Die späteren Forscher, welche unseren Gegenstand nach v. Wittich untersuchten oder sich bei anderer Gelegenheit darüber äusserten, haben meistens wieder zur „Saugnapftheorie" oder zur „Klebtheorie" ihre Zuflucht genommen. Angeschlossen hat sich ihm, meines Wissens, nur Simmermacher, der allerdings die Verhältnisse beim Laubfrosche nicht aus eigener Anschauung gekannt zu haben scheint.

[1]) (29) pag. 40.
[2]) (36) pag. 297.
[3]) (1) pag. 343.
[4]) (39) pag. 181.
[5]) (39) pag. 180.

Einmal zieht er dieselben bei Beurteilung der ähnlich wirkenden Einrichtungen an Insektenbeinen zum Vergleiche heran[1]), dann aber bespricht er sie auch in einer kompilatorischen Bearbeitung der sämtlichen bei Wirbeltieren[2]) vorkommenden Haftapparate.

Eine wirklich saugnapfartige Wirkungsweise der Haftballen der Laubfrösche wird eigentlich von keinem der auch mit ihrer Anatomie genauer bekannten Forscher angenommen. Denn das, was Leydig hierüber im Jahre 1868 ausgesprochen hat, ist im Grunde genommen nur eine Modifikation der Wittich'schen Ansicht, höchstens eine Art von Kombination der letzteren mit der erstgenannten Erklärungsweise durch Saugwirkung. Die im I. Teile meiner Arbeit genauer geschilderte, von Leydig zuerst aufgefundene „eigentümliche Längsstreifung in der Substanz des Protoplasma" der Epidermiszellen hatte ihn nämlich zu der Vermutung geführt, „dass durch lebendige Zusammenziehung dieser Streifen das freie Ende der Zellen schüsselförmig eingezogen würde und so die einzelne Epidermiszelle wie ein kleiner Saugapparat wirke." Er war daher „geneigt, in einem gewissen Gegensatz zu Wittich, der den Grund des Anheftens der Zehenballen lediglich in dem durch Niederdrücken der Endphalanx erzeugten Anpressen und in der durch die Sekretschicht bedingten Kapillarattraktion sucht, neben diesen beiden Momenten noch an eine lebendige Kontraktion der obersten Epidermiszellen zu denken."[3]) Hier, bei Leydig, dessen Angaben auch von Pagenstecher[4]) wiedergegeben werden, handelt es sich also nicht um ein Funktionieren des ganzen Haftballens als Saugapparat, sondern bloss um eine saugende Wirkung der einzelnen Zellen, die überdies bloss accessorisch zur Geltung käme.

Trotzdem also von Niemanden, der sich genauer mit dem Bau der Haftballen befasst hatte, eine saugnapfartige Wirkung als wahrscheinlich aufgestellt, geschweige denn nachgewiesen worden war, ist doch in verschiedenen Handbüchern solcherlei behauptet worden. So spricht z. B. Claus in allen Auflagen seiner „Grundzüge der Zoologie"[5]) von „Saugscheiben an den Spitzen der Zehen", durch

[1]) (34) pag. 526 und 552.

[2]) (35) pag. 298.

[3]) (17) pag. 26.

[4]) (27) Band IV, pag. 723.

[5]) Man vgl. l. c. (II. Bd, 4. Aufl. 1882) pag. 266. — Ich kann nicht zu erwähnen unterlassen, dass im systematischen Abschnitte (ibid. pag. 269) der in-

welche die Laubfrösche befähigt seien, auf Gesträuche und Bäume zu klettern. Auch Schmarda bezeichnet in seiner „Zoologie“[1]) die „Kletterballen“ als „Gebilde von saugnapfartiger Gestalt“, ohne übrigens die Art und Weise der Funktionierung genauer zu würdigen. Ferner sagt Schreiber[2]) in seiner Herpetologie ganz allgemein von der Familie der *„Calamitae“*: „In allen Fällen zeigen die Finger an ihrer Spitze eine bald kleinere, bald grössere tellerartige oder scheibenförmige Erweiterung, welche durch festes Anpressen an die Unterlage und durch Zurückziehen des mittleren Teiles als eine Art Saugnapf verwendet wird.“ Woher ihm jedoch diese Kenntnis kommt, wird nicht gesagt und eigene Beobachtungen zum Beweise sind nicht angeführt! Ebenso hat sich auch Brehm[3]) das Anhaften durch eine saugnapfartige Wirkung zu erklären versucht. Er ist dabei übrigens der einzige, welcher diese Ansicht durch Versuche begründen will. Brehm sagt, man bemerke „auf der unteren Seite des Polsters (— der Haftballen —) eine hellgefärbte Fläche, wie eine Blase, über welcher der obere scharfe Rand der Fusskolben hervortrete. Drücke der Laubfrosch nun den Ballen an, so lege sich die blasige Fläche dicht an den Gegenstand, an welchem sie haften solle; die äussere Luft presse den Rand auf und halte, da alle Zehenkolben gleichzeitig wirkten, ihn fest.“ Diese Beschreibung des Vorgangs würde nun noch nicht an sich für eine saugnapfartige Wirkung sprechen und ist auch so gehalten, dass man eigentlich nicht weiss, ob der Autor eine solche wirklich im Auge hat. Indessen geht doch aus einem späteren Satze hervor, dass Brehm wirklich glaubte, dass der Laubfrosch auf diese Art einen „luftleeren Raum herstelle“, dass er selbst also auch an eine saugnapfartige Wirkungsweise dachte. Sehr korrekt war indessen weder seine Darstellung, noch die später zu erwähnenden Versuche, durch die er sie zu stützen suchte.

Vielleicht am meisten anerkannt ist in der neueren Zeit diejenige Meinung gewesen, welche besagte, dass die Laubfrösche vermöge eines klebrigen Sekretes sich anhaften, das natürlich aus den schlauchförmigen Drüsen der Endballen stammen sollte.

---

differentere Ausdruck „Haftscheiben“ gebraucht wird. Dasselbe ist an allen Stellen des „Lehrbuchs der Zoologie“ von der 1. Auflage an bis zur neuesten (5. Aufl. 1891) der Fall.

[1]) Vgl. Bd. II. (Wien 1872), pag. 357.

[2]) (32) pag. 104.

[3]) (4) pag. 556 f.

Der erste, welcher derartiges angab, ist Leydig gewesen. In der Schrift: „Über Organe eines sechsten Sinnes“[1]) schon spricht er davon, dass das „schleimig oder klebrig anzufühlende Polster der Epidermis für die Leistungen der Fussballen als Haftorgane von nicht geringer Bedeutung sein möchte“; „das Polster adaptiere sich beim Andrücken der Fingerspitze allen kleinen Unebenheiten der Fläche und zur Verklebung diene noch das reichlich hervortretende Drüsensekret.“ Ich habe oben schon angeführt, in welcher Weise Leydig in der erwähnten Schrift die Wittich'sche Auffassung modifizierte; es ist nach diesem also noch hinzuzufügen, dass er für die durch „die Sekretschicht bedingte Kapillarattraktion“ die „Klebrigkeit des Sekretes“ für nicht unwesentlich hält. In späteren Arbeiten sodann hat Leydig dieser Eigenschaft des Sekretes die Hauptbedeutung zugeschrieben. So sagt er z. B. in den „allgemeinen Bedeckungen der Amphibien“, nachdem er die Klebrigkeit als eine Haupteigenschaft des Hautsekretes der Amphibien hervorgehoben[2]): „dass *Hyla arborea* nicht bloss mit dem aus den Zehenballen schwitzenden Safte sich an glatten Flächen festzuhaften wisse, sondern auch mittels des Sekrets der Bauchhaut und der Bauchseite der Oberschenkel“. Die gleiche Ansicht vertrat dann namentlich Dewitz, der gleichfalls die Klebkraft des Sekrets, das er als einen „scharf klebenden Schleim“ bezeichnete, als den wesentlichsten, das Anhaften der Laubfrösche ermöglichenden Faktor anerkennen zu müssen glaubte[3]), und ihm schloss sich Emery an, der in einem zusammenfassenden Referate über mehrere Arbeiten berichtete, welche die „Fortbewegung von Tieren an senkrechten und überhängenden glatten Flächen“ zum Gegenstand gehabt hatten.[4])

Das sind, soweit mir bekannt, die wichtigsten Meinungsäusserungen der verschiedenen Forscher, welche sich mit unserem Thema beschäftigt oder es wenigstens gelegentlich besprochen haben. Sie weichen, wie ich oben schon sagte, und wie aus der Darstellung hervorgehen dürfte, in den wesentlichen Punkten erheblich voneinander ab.

---

[1]) (17) pag. 25.

[2]) (18) pag. 99.

[3]) (7) pag. 446 ff. und pag. 475; sodann auch (8) pag. 403 f.

[4]) (11) pag. 439. Das Referat umfasst ausser den Dewitz'schen Arbeiten noch die von Rombouts, Dahl und Simmermacher hinsichtlich der Insekten vorgenommenen Untersuchungen.

Dabei waren indessen die Gründe, welche man gegen die Auffassung v. Wittichs in den neueren Arbeiten vorgebracht hat, nach meiner Ansicht keineswegs stichhaltig genug, um diese letztere als unrichtig nachzuweisen; die Untersuchungen aber, namentlich die von Dewitz angestellten, waren gleichfalls nicht so genau, dass sie dazu berechtigten, die Frage als erledigt zu betrachten.

Ich wende mich nun zur Darlegung der Anschauung, welche ich selbst vom Haftvorgange mir gebildet habe, und beginne dabei zunächst mit der Auseinandersetzung der Funktionen der einzelnen Teile, welche beim Festhaften der Laubfrösche vermittels ihrer Zehen in Betracht kommen können.

Das erste, was bei jedem Versuche, die Frage zu lösen, zunächst in Frage kommen musste, war doch wohl die Art und Weise der Bewegung der Endphalanx. Und da hätte man denn doch auch schon früher bemerken müssen, dass die von v. Wittich angegebene Wirkung des Gelenkes nicht ohne weiteres als richtig anerkannt werden durfte, da dieser Forscher eben schon den Bau des Gelenkes nicht zutreffend dargestellt hatte. Wie ich bereits weiter oben gelegentlich erwähnt habe, hat Dewitz zwar diese Verhältnisse zum Teil richtig gesehen und gezeichnet, indessen sie vollständig unberücksichtigt gelassen. Für meine Darstellung übrigens ist eine Neuprüfung dieses Punktes ganz besonders auch aus dem Grunde notwendig und wichtig, weil ich durch die anatomische Untersuchung einen neuen bewegenden Faktoren, nämlich die glatten Muskeln des Haftballens kennen gelehrt habe. So lange muskulöse Elemente im Endgliede der Zehen überhaupt nicht bekannt gewesen waren, schien auf Grund der anatomischen Verhältnisse eine saugnapfartige Wirkung durchaus ausgeschlossen. Nun, da solche gefunden sind, heisst es festzustellen, ob diese nicht doch eventuell möglich ist, oder nicht. Die Grundlage zur Beantwortung dieser Frage muss aber vor allem die Darstellung der Bewegungsweise der Endphalanx bilden. Also auch aus diesem Grunde werden wir die Funktion des Gelenkes zwischen Endphalanx und vorletzter Phalanx uns klar zu machen versuchen müssen.

v. Wittich hatte seine Überlegungen über den Mechanismus des Gelenkes in folgenden Worten zusammengefasst[1]): „1. Man hat es

[1]) (39) pag. 175.

mit einem Kugelgelenk zu thun, das eine ziemlich freie Bewegung der letzten Phalanx nach allen Seiten ermöglicht. Die Hauptrichtung der durch dieselbe ausgeführten Bewegungen liegt aber in einer Ebene, die senkrecht auf der Längenachse der Phalanx steht, und zwar ermöglicht der Gelenkmechanismus 2. eine starke Beugung der, in der Ruhe zur nächsten Phalanx in einem spitzen Winkel gestellten, sowie eine nicht geringere Streckung; 3. dient das der Sohle zugekehrte Kugelsegment des Gelenkkopfes der Flexorensehne als Rolle, sodass dieselbe mit verhältnismässig geringem Kraftaufwande ein kräftiges und schnelles Herabdrücken möglich macht. Umgekehrt dient die Prominenz der vorletzten Phalanx auf der Streckseite als Rolle für die Extensoren, die dann ein schnelles und kräftiges Abziehen der vorderen Phalanx bewirken können, ebenfalls mit verhältnismässig geringer Kraft."

Nachdem ich nun schon oben gezeigt habe, dass der Bau des Gelenkes ein wesentlich anderer ist, als ihn v. Wittich darstellte — obgleich es sich dabei eigentlich nur um einige wenige Differenzpunkte handelt — so ist klar, dass auch die Wirkungsweise, wie sie dieser Forscher sich dachte, nicht ohne weiteres richtig zu sein braucht; und ich glaube auch behaupten zu dürfen, dass sie das nicht ganz ist.

Aus der oben von mir gegebenen Schilderung der Bauverhältnisse scheint mir vielmehr folgendes sich zu ergeben.

Betrachtet man zunächst einmal den Zwischenknorpel als feststehend, denken wir also z. B., er sei mit dem distalen Ende der vorletzten Phalanx fest verwachsen, so hätten wir ein einfaches Ginglymusgelenk vor uns, nicht aber ein Kugelgelenk, wie v. Wittich meinte, da ja, wie ich oben (s. S. 62) gezeigt habe, der Gelenkkopf der Endphalanx durchaus nicht gleichmässig kugelig ist. Ist der Haftballen nicht angedrückt — was ich als Ruhelage bezeichnen will —, so steht die Endphalanx derart, dass ihr an ihren Gelenkknorpel angrenzender knöcherner Anfangsteil fast unmittelbar an die obere Fläche des Zwischengelenkknorpels stösst (Fig. 4). Es ist also eine proximalwärts gegen den letzteren gerichtete Bewegung nach oben, d. h. gegen die Rückenfläche der Zehe zu, nicht weiter ausführbar. Wohl aber ist gegen die Plantarseite eine Bewegung möglich; dieselbe ist natürlich, abgesehen von den eventuell durch Bänder u. s. w. gegebenen Einschränkungen, so gross, als der Centriwinkel

desjenigen Kugelabschnittes der Fläche des Gelenkknorpels ist, um welchen sich der letztere noch in der Konkavität des Zwischengelenkknorpels zu verschieben vermag. In der Stellung der Endphalanx, von welcher wir ausgingen, erscheint die Gelenkknorpeloberfläche nur etwa bis zu dem senkrecht unter dem Anfang des knöchernen Teiles der Phalanx gelegenen Punkte wirklich von kugelartiger Krümmung bezw. von kreisbogenähnlichem Durchschnitt. Die gegen die Spitze der Zehe zu gerichtete Gelenkfläche ist in der Regel flacher und erscheint daher nicht mehr geeignet, mit der distalen Konkavität des Zwischengelenkknorpels zu artikulieren, da ja hierzu ein genaues Aufeinanderpassen der Gelenkflächen nötig ist.[1]) Es ist also der ganze Winkel, um den sich der Gelenkknorpel drehen und damit eine Abwärtsbewegung der Endphalanx nach unten bewirken kann, nicht sehr viel grösser als 90°. Ich komme also auch in diesem Punkte zu einem ganz anderen Resultat, als v. Wittich[2]), nach dessen Angaben die absolute Bewegungsfähigkeit des Gelenkes nach unten, d. h. diejenige ohne die Hinderung durch Bänder u. dergl., 240° betragen sollte.

Was wir bis jetzt betrachtet haben, ist die Bewegung der letzten Phalanx in der distalen Gelenkkonkavität des Zwischengelenkknorpels, indem wir uns diesen mit dem distalen Ende der vorletzten Phalanx fest verbunden dachten. Nehmen wir nun einmal an, der Zwischengelenkknorpel sei mit dem proximalen Teile der vordersten Phalanx verwachsen — es bestehe also das eben beschriebene Gelenk nicht —, und untersuchen wir dann die Bewegungsfähigkeit desjenigen Gelenkes, welches durch die proximale Konkavität des Zwischenknorpels und die distale Fläche des Gelenkknorpels der vorletzten Phalanx gebildet wird! Dieses Gelenk ganz besonders ist in der Wittich'schen Darstellung unrichtig dargestellt und mithin auch seine Wirkungsweise falsch angegeben; nach jenem Autor wären die Gelenkflächen hier gleichfalls kugelige. Wie ich indessen im anatomischen Abschnitte auseinandergesetzt habe, sind sie vielmehr Flächen, deren Durchschnitte sich als sehr wenig gekrümmte, fast ganz flache Kurven erweisen. Betrachtet man einen median geführten Schnitt durch dieses Gelenk, so sieht man leicht, dass bei der Be-

---

[1]) Vgl. Fick, Medizinische Physik, 3. Aufl. 1885, pag. 66.

[2]) (39) pag. 173.

wegung desselben fast gar keine Drehung bewerkstelligt werden kann, bezw. dass die durch die Bewegung beschriebene Fläche fast eine Ebene genannt werden darf. Es handelt sich also hier im wesentlichen um ein Vorbeigleiten zweier fast ebener Flächen aneinander.

Kombinieren wir nun die Bewegungsfähigkeiten der beiden soeben beschriebenen Gelenke des Zwischengelenkknorpels mit den entsprechenden Gelenkknorpeln der letzten bezw. vorletzten Phalanx miteinander, indem wir uns den Zwischenknorpel nun frei beweglich denken, wie er es in Wirklichkeit auch ist, so erhalten wir die gesamte Bewegungsfähigkeit der Endphalanx gegen die vorletzte Phalanx.

Diese letztere ist nun kaum durch irgend welche Vorrichtungen der Gelenkkapsel, der Bänder oder Sehnen in besonderer Weise beschränkt; es können die geschilderten Bewegungen vielmehr alle vollständig ausgeführt werden. Ich betone dies deshalb, weil v. Wittich der Endphalanx, hinsichtlich des Baues der Gelenkflächen, eine Beweglichkeit zuschrieb, die einem Winkel von 240° entspräche, und die nur durch den Bänderapparat gehindert würde, in diesem Umfange zur wirklichen Ausführung zu gelangen.[1])

Vergegenwärtigen wir uns schliesslich noch diejenigen Erscheinungen, welche bei Anwendung der die Endphalanx bewegenden Muskeln sich abspielen müssen, und gehen wir auch hierbei wieder von der oben als „Ruhelage“ bezeichneten Stellung der Endphalanx aus, bei welcher natürlich der Flexor der Endphalanx gedehnt, die Extensoren aber zusammengezogen sind. Findet eine Kontraktion der ersteren statt, so muss folgendes vor sich gehen.

Die Sehne des Flexors inseriert, wie oben gezeigt wurde, mit ihren beiden Hälften an die Basis der Endphalanx; es muss daher diese letztere zunächst einmal um die Achse ihres Gelenkes mit dem Zwischengelenkknorpel nach unten, d. h. gegen die Plantarseite zu, herabgedreht werden. Nun ist aber das Gelenkende der letzten Phalanx vermittels der seitlichen Gelenkbänder, welche von der Plantarseite des Gelenkknorpels der Endphalanx nach der Oberseite des Gelenkknorpels der vorletzten Phalanx ziehen, nicht nur mit letzterem verbunden, sondern es setzen sich diese Bänder auch an den Zwischengelenkknorpel an. Wird also die Flexorensehne durch Kontraktion des Muskels proximalwärts

---

[1]) (39) pag. 173.

gezogen, so muss sich diese Bewegung wegen der angeführten Verbindungen auch auf den Zwischengelenkknorpel selbst übertragen. Es wird also nicht nur eine Drehung der Endphalanx um die Achse ihres Gelenkes mit dem Zwischenknorpel statthaben, sondern es wird auch der Zwischenknorpel an der Gelenkfläche mit der vorletzten Phalanx in proximaler Richtung schräg nach unten gleiten, d. h. es wird sich die Achse des erstgenannten Gelenkes auch selbst in dieser Richtung bewegen. Infolge der Verbindung der seitlichen Gelenkbänder aber mit der Plantarfascie schliesslich, wird auch diese proximalwärts gezogen und gespannt werden müssen. — Vergegenwärtigen wir uns nun das Wesentliche bei dem soeben geschilderten Vorgange der Bewegung der Endphalanx, so sehen wir, dass sie selbst zusammen mit dem Zwischenknorpel, und mit diesem der ganze Haftballen, hierbei nicht einfach nach unten gedrückt, sondern auch etwas proximalwärts gezogen, d. h. dass die Bewegung eine schleifende wird; es wird der Haftballen nicht einfach angedrückt, sondern an der Fläche, an welcher er haften soll, um ein weniges auch vorbeigezogen. Es ist diese Art der Bewegung meines Erachtens für die Auffassung des Haftvorganges sehr wichtig, wie sich weiter unten noch ergeben wird; ausserdem aber erklärt sie uns auch einige Eigentümlichkeiten der Epidermis der Plantarseite, die oben geschildert worden waren und auf die ich alsbald wieder zurückkommen werde, in einfacher Weise. — Hiermit wäre die Darstellung der bei Kontraktion des Flexors auftretenden Bewegung wohl erschöpft. Wird dieser nun wieder schlaff, und wirken die die Extension bewirkenden Muskeln, so wird gerade die umgekehrte Bewegung eintreten, was kaum noch einer genaueren Schilderung bedürfen möchte.

Alles, was bisher gesagt wurde, ist gewissermassen bloss abstrahiert aus den Bauverhältnissen des in Frage kommenden Apparates. Was lehrt nun aber die Beobachtung des lebenden Objektes über diesen Gegenstand?

Betrachtet man eine nicht angepresste Zehe, von oben oder von der Seite[1]), so bemerkt man auf der Rückenfläche des letzten Zehengliedes einen Vorsprung, welcher von der Spitze der aufwärts

[1]) Eine korrekte Abbildung einer Zehe von der Seite, auf welcher diese Verhältnisse gut dargestellt sind, findet man bei Leydig (20), Taf. VI, Fig. 60.

gerichteten letzten Phalanx herrührt, wie schon v. Wittich[1]) und Leydig[2]) richtig gesehen haben. Haften dagegen die Zehen an einer Fläche, so ist, wie der erstgenannte dieser Forscher gleichfalls richtig angiebt, und wie ich bestätigen kann, „vor allem die konvexe Sohlenfläche (d. i. die Plantarfläche) platt, breiter, während gleichzeitig die Phalanxspitze niedergedrückt nicht mehr hervorragt, vielmehr ist die Haut darüber vertieft.“[3]) Hiermit ist nachgewiesen, dass die oben geschilderten Bewegungen, welche bei Kontraktion des Flexors eintreten sollten, beim Vorgang der Anheftung sich auch in Wirklichkeit abspielen, dass vor allem also die Phalangenspitze nach abwärts bewegt ist. Von der Kontraktion des Flexors kann man ausserdem noch dadurch sich direkt überzeugen, dass man die Unterseite der Zehe bei einem am Glase haftenden Laubfrosche beobachtet. Man sieht dann leicht, wie die Sehne des Flexors durch die Haut als weisslicher Streifen hindurchschimmert und erkennt auch, dass sie stark gespannt erscheint.

Die Feststellung aller dieser Dinge ist nun nicht nur deshalb wichtig, damit wir uns die Funktion des Skelet- und Muskelapparates selbst zu veranschaulichen im stande sind, sondern wir können weiterhin auch nur auf Grundlage dieser Beobachtungen und Überlegungen darüber zu einem Resultate gelangen, ob die von mir nachgewiesene glatte Muskulatur der Zehenballen für den Haftvorgang von wesentlicher Bedeutung ist oder überhaupt sein kann. Wie schon oben bemerkt wurde, schien, solange diese Muskulatur nicht bekannt war, die Möglichkeit einer Saugnapfwirkung der Haftballen durch die anatomischen Verhältnisse völlig ausgeschlossen. Jetzt dagegen ist diese Möglichkeit immerhin vorhanden und besonders zu diskutieren; denn es liegt doch sicherlich nahe, dieser Muskulatur eine derartige Wirkungsweise zuzuschreiben. In der That kam ich selbst, als ich sie zum erstenmale bemerkte, auch sofort auf diesen Gedanken. Nichtsdestoweniger bin ich aber nun zu dem Resultate gelangt, dass diese glatte Muskulatur doch nicht in der angedeuteten Weise zu wirken vermag.

Der Grund zu dieser Ansicht ist eben das geschilderte Verhalten der Endphalanx beim Vorgang der Anheftung und während

---

[1]) (39) pag. 172.
[2]) (19) pag. 179.
[3]) (39) pag. 172.

des Haftens selbst. Wäre nämlich eine Saugwirkung möglich, so müsste die in Frage kommende Muskulatur durch ihre Kontraktion auf der Plantarseite einen luftverdünnten Raum herzustellen im stande sein; zu diesem Zwecke aber ist doch wohl nötig, dass die Phalangenspitze, von welcher die zur Basis des Haftballens ziehenden grösseren Muskelfaserbündel ausgehen, in aufgerichteter Stellung fixiert sein müsste. Da aber die Beobachtung gerade das Gegenteil hiervon erweist, nämlich ein Niederdrücken der Endphalanx und da, wie ich oben gezeigt habe, die Plantarfascie, an welcher jene Muskeln inserieren, gleichzeitig hiermit proximalwärts gezogen und dabei gespannt wird, so können letztere meines Erachtens höchstens die Herabbewegung der Phalangenspitze noch unterstützen, nicht aber kann umgekehrt die Plantarseite dadurch dorsalwärts emporgezogen, eine Saugwirkung also auch nicht ausgeführt werden. Dazu kommt dann auch noch die Thatsache, dass die Haftballen im Augenblicke der Funktion stets ganz platt an die Unterlage angepresst sind und niemals einen derartigen Raum zwischen sich und der letzteren erkennen lassen, wie wir ihn sonst bei echten Saugnäpfen, z. B. denen der Blutegel vorfinden.

In meiner ursprünglichen, oben angeführten Vermutung, dass doch vielleicht eine Saugwirkung vorhanden sein möchte, hatte mich die an einer früheren Stelle erwähnte Längsfurche, welche ich oft an der Plantarseite der Haftballen bei konservierten Laubfröschen antraf, anfangs bestärkt. Am angepressten Ballen des lebenden Tieres sieht man jedoch niemals etwas von einer solchen Furche, und ausserdem dürfte sie auch keineswegs geeignet sein, die Herstellung eines luftleeren Raumes zu ermöglichen. Vor allem spricht hiergegen schon die Erscheinung, dass sie bis zum Rande des Endballens sich erstreckt, also nach vorn zu gar nicht abgeschlossen werden könnte; ja es scheint mir sogar, dass sie bei einer Spannung der Plantarfascie, wie diese beim Anhaften vorhanden ist, überhaupt gar nicht zustande kommen kann; ihr Auftreten ist vielmehr nur dann möglich, wenn eine solche Spannung nicht vorhanden ist. Das tritt aber z. B. in der Regel bei abzutötenden Tieren ein; findet dann gleichzeitig eine Kontraktion glatter Muskelfasern des Haftballens, speziell der ihn quer durchsetzenden Elemente statt, so scheinen diejenigen Faktoren gegeben, welche die Entstehung der Furche bedingen dürften.

Was nun die wirkliche Bedeutung der glatten Muskulatur des Haftballens betrifft, so möchte ich diese in einer ganz anderen Richtung suchen. Einmal möchte vielleicht ihre Kontraktion eine raschere und ausgiebigere Entleerung des Drüsensekretes im Momente der Anheftung ermöglichen, wenngleich dies kaum ihre Hauptaufgabe sein dürfte, da man sonst wohl eine regelmässigere Anordnung um die Drüsen selbst erwarten müsste. Dann aber — und das scheint mir ihre besondere Funktion darzustellen — ist sie sicherlich im stande, den unter der Endphalanx gelegenen centralen Lymphraum des Haftballens zu verkleinern und somit die in diesem enthaltene Lymphe auszupressen, natürlich proximalwärts in die Lymphräume der vorhergehenden Fingerglieder. Dass eine Verkleinerung des Volumens des Haftballens im Zustande des Haftens vorhanden ist, scheint durch die Beobachtung bestätigt, dass derselbe in diesem Zustande infolge des Herabdrückens der Endphalanx bedeutend platter geworden ist. Für eine Bedeutung der Muskulatur aber gerade in Beziehung auf den Lymphraum spricht ihre Anordnung, da sie diesen nicht nur von mehreren Seiten umgiebt, sondern ihn auch mit einzelnen Zügen durchsetzt. Die Funktion des Lymphraums selbst wäre dann einmal die, dass durch das Vorhandensein der aus dem Haftballen verdrängbaren Lymphflüssigkeit ein ausgiebigeres Herabdrücken der Endphalanx ermöglicht wird, als wenn an dieser Stelle ein kompakteres, nicht verdrängbares Gewebe vorhanden wäre, und zweitens bestände sie in einer Leistung, welche vielleicht speziell im Momente des Anspringens der Laubfrösche von Bedeutung sein kann. Es ist kein Zweifel, dass der Haftballen — einerlei, ob sein Inneres mit Lymphe oder festerem Gewebe erfüllt wäre — eine gewisse Elastizität besitzt. Springt der Laubfrosch nun gegen irgend welchen Gegenstand an, so müsste, vermöge dieser Elastizität, ein Rückstoss erfolgen, wenngleich derselbe vielleicht auch nur gering sein möchte. Er wird aber wohl noch mehr vermindert werden, wenn im selben Momente die Masse des Haftballens nachzugeben im stande ist und das ist wohl durch die Austreibung von Lymphe der Fall, die also nach meiner Ansicht geradezu zur Kompensation jenes Rückstosses stattfinden und somit ein leichteres sofortiges Haftenbleiben ermöglichen dürfte. Schliesslich aber wird das beim Schlaffwerden der glatten Muskulatur wieder ermöglichte Zurücktreten von Lymphe in den Endballen, wodurch dieser wieder

prall und konvex werden muss, wenn gleichzeitig die Endphalanx wieder gehoben wird, bei der Ablösung des angeheftet gewesenen Ballens von Bedeutung sein.

Wenn der Epidermis an der Plantarseite des Haftballens eine spezifische Funktion beim Mechanismus des Anhaftens zuzuerkennen ist — und das scheint mir schon angesichts ihrer besonderen Bauverhältnisse sehr wahrscheinlich —, so dürfte diese vielleicht gleichfalls in einem Mitwirken bei der Loslösung von der Unterlage, an welcher das Anhaften stattfand, zu suchen sein. Die äusserste Schicht der Epidermis mit ihrer eigentümlichen Struktur scheint hierbei der speziell in Frage kommende Apparat zu sein, während die darunter liegenden Zellenlagen bloss als späterer Ersatz für erstere in Betracht kommen möchten.

Die fibrillären Differenzierungen der Zellen setzen, wie ich glaube, diese selbst instand, als kleine elastische Apparate, gewissermassen als „Federn“ zu wirken. Wird nämlich die Endphalanx während des Anhaftens niedergedrückt, so muss auch die Epidermis, speziell deren oberste Zellenlage eine Kompression erfahren. Diese Kompression erfolgt aber nicht in einer auf die Ebene der Plantarfläche senkrecht stehenden Richtung, weil ja, wie oben gezeigt worden ist, auch das Niederdrücken der Endphalanx nicht einfach in dieser Richtung erfolgt. Vielmehr muss, da die Bewegung der letzteren eine schleifende ist, indem dabei ein geringer proximalwärts gerichteter Zug mit zur Anwendung kommt, auch die Kompression eine andere sein. Denken wir uns anstelle der Zellen der obersten Epidermislage z. B. kleine Härchen, etwa eine kleine Bürste, so würde im Falle dieser Bewegung dasselbe eintreten, was man an jedem Besen oder jeder wirklichen Bürste bemerken kann, welche mit einem gewissen Drucke über irgend einen harten Gegenstand weggezogen wird: nämlich die einzelnen Haare legen sich in der der Bewegungsrichtung entgegengesetzten Seite übereinander, dergestalt, dass die freien Enden der einzelnen Haare der Bewegungsrichtung entgegengesetzt, ihre Basen aber mit dieser gleichgerichtet sind. Die Zellen der obersten Epidermislage der Plantarseite scheinen mir nun vermöge ihrer fibrillären Strukturen in ganz ähnlicher Weise sich verhalten zu können, wie die Haare einer Bürste oder die einzelnen Reiser eines Besens oder andere derartige mehr weniger elastische Gebilde. Wird daher die Endphalanx nieder-

gedrückt, wobei der Haftballen in proximaler Richtung etwas an dem Gegenstand vorbeigezogen wird, so müssen sich also auch die Zellen der obersten Epidermislage in ähnlicher Weise übereinanderlegen, wie dies die Haare der Bürste in dem angegebenen Falle thun. Hört die Kraft, welche das Niederdrücken hervorruft, zu wirken auf, also in unserem Falle die Kontraktion des Flexors der Endphalanx, so werden sich die einzelnen elastischen Elemente wieder aufrichten und damit eine Loslösung von der Unterlage, welcher sie vorher in der angeführten Weise angedrückt waren, erfahren. Bei der Epidermis des Haftballens werden, bei der angegebenen Weise des Andrückens, natürlich auch die die freien Enden der Zellen umziehenden Furchen durch die Übereinanderlagerung der einzelnen Zellen verschwinden; richten sich dagegen diese letzteren beim Nachlassen des Druckes, kraft ihrer Elastizität, wieder auf, so werden auch die Furchen wieder erscheinen; damit aber ist ein leichteres Eindringen von Luft zwischen die Epidermis und die Unterlage ermöglicht, da nun wohl ein Teil der vorher zwischen beiden befindlichen, den Drüsen entstammenden Flüssigkeitsschicht zur Ausfüllung der Furchen, in welche sie vermöge der Kapillarattraktion eindringen wird, benutzt werden dürfte.

In dieser Weise also ist es nicht nur denkbar, sondern wohl auch nicht unwahrscheinlich, dass die Epidermis beim Loslösen des angehefteten Haftballens von der Unterlage mitwirkt.

Es fragt sich nun auch hier weiterhin, ob und welcherlei Beobachtungen vorhanden sind, welche eine derartige Art der Funktionierung noch mehr wahrscheinlich zu machen befähigt sind?

Im anatomischen Abschnitte dieses Aufsatzes ist bereits darauf hingewiesen worden, dass die Zellen der obersten Epidermislage bei frisch gehäuteten Tieren in s e n k r e c h t e r Richtung auf der Plantarseite stehen, dass sie ziemlich regelmässige R e c h t e c k e darstellen. Je längere Zeit dann aber seit der Häutung verflossen ist, um so mehr erscheinen die Zellen mit ihrer freien Oberfläche gegen die Spitze der Zehe zu geneigt; bei Tieren, welche unmittelbar vor der Häutung sich befinden, schliesslich ist die oberste Zellenlage ganz flach und niedergedrückt geworden, was auf einer noch weiter gehenderen, ganz excessiven Übereinanderlagerung der einzelnen Zellen beruht; und die Furchen an deren freier Oberfläche sind gleichzeitig damit fast völlig verschwunden. Hieraus folgt einmal, dass eine derartige

Kompression der obersten Zellenlage der Epidermis, wie sie eben aus dem beim Vorgange der Anheftung stattfindenden Bewegungsmechanismus abgeleitet wurde, wirklich stattfinden muss, weiterhin aber auch, dass die Elemente dieser Zellenlage wirklich eine gewisse Elastizität besitzen müssen, die sie dann auch befähigen kann, in der oben angedeuteten Weise bei der Loslösung des Haftballens von der Unterlage mitzuwirken. Denn, besässen sie diese nicht, so müssten sie schon nach dem erstmaligen Gebrauche dauernd niedergedrückt werden; da dies aber nicht der Fall ist, so ist klar, dass sie einen gewissen Widerstand hiergegen zu entwickeln im stande, also elastisch sind, und daher, wie ich oben schon sagte, gewissermassen als kleine „Federn" wirken können. Dass die Übereinanderlagerung der Zellen eine immer grössere wird, je länger sie in Gebrauch gewesen sind, spricht hiergegen durchaus nicht. Denn man darf wohl mit grösster Wahrscheinlichkeit annehmen, dass diese ursprüngliche Elastizität nicht nur infolge des Gebrauches geringer wird, wie dies ja auch bei wirklichen Federn oft der Fall ist, sondern dass sie auch vermöge der Austrocknung, welcher die oberste Epidermislage allmählich anheimfällt, nach und nach abnimmt. Ich kann auch hier wieder auf das früher schon angezogene Beispiel eines Reisigbesens hinweisen, an dem man leicht aus alltäglicher Erfahrung wahrnehmen kann, dass, bei einseitigem Gebrauch, abgesehen von der Abnützung einzelner Reiser, auch vermöge deren allmählicher Austrocknung eine Krümmung des Besens nach der einen Seite hin stattfindet.

Von den Funktionen der einzelnen die Endballen zusammensetzenden Teile, welche bei deren Verwendung als Haftapparate in Betracht kommen, bleibt nun noch eine zu erörtern, nämlich diejenige der schlauchförmigen Drüsen, bezw. die ihres Sekretes.

Dass die Drüsen dazu dienen, ein Sekret abzusondern, welches beim Haftvorgange von Bedeutung ist, kann keine Frage sein; denn man kann sich leicht davon überzeugen, dass bei festhaftenden Laubfröschen zwischen den Endballen und der Unterlage, auf welcher sie ruhen, eine dünne Sekretschicht vorhanden ist, welche natürlich nur aus den auf der Plantarfläche ausmündenden Drüsen stammen kann. Ich möchte dabei ausdrücklich betonen, dass diese Sekretschicht dünn ist, weil ich dies für die Erklärung des Vorgangs für nicht unwichtig halte. Man kann sich davon nicht nur durch die Beobachtung überzeugen, sondern es lässt sich dies auch direkt aus der

Bewegungsart des Haftballens beim Anpressen folgern. Da nämlich, wie gezeigt wurde, die Endphalanx, und mit ihr die ganze Plantarseite des Ballens, nicht einfach nach unten gedrückt, sondern gleichzeitig auch an der Unterlage vorbeigezogen wird, so ist klar, dass auf diese Weise eine noch dünnere Sekretschicht hergestellt werden kann, als wenn die Endphalanx einfach nur von oben nach unten bewegt würde.

Was nun die Beschaffenheit des Sekretes betrifft, so ist nicht viel zu bemerken, aus dem einfachen Grunde, weil man nicht viel darüber weiss. Weder seine chemischen, noch seine physikalischen Eigenschaften sind uns genügend bekannt, und bei den geringen Mengen, in denen es gewonnen werden kann, dürfte es auch nicht leicht sein, darüber genaueres zu erfahren.

Nach v. Wittich[1]) wäre seine Reaktion sauer, nach Dewitz[2]) bald sauer, bald neutral; ich selbst fand es einmal neutral, ein andermal wieder alkalisch. Es gilt daher, wie schon Dewitz richtig anführte, dasselbe, was Engelmann[3]) für die „Körnerdrüsen" des Frosches nachgewiesen hat, auch für die Schlauchdrüsen aus den Zehen des Laubfrosches, dass nämlich die Reaktion des Sekretes eine wechselnde ist. Was v. Wittich weiterhin mitteilt, dürfte kaum geeignet sein, eine genauere Vorstellung von der chemischen Zusammensetzung des Sekretes zu erwecken, kann aber überdies, wenn es sich um das Sekret der Schlauchdrüsen allein handelt, gar nicht in Frage kommen, da die Methode, nach welcher er sich grössere Mengen des Sekretes zu verschaffen suchte, eine Vermischung mit dem Sekrete der gewöhnlichen Drüsen der Bauchhaut nicht ausschliesst.[4]) Nach Dewitz[5]) soll es sich mit Wasser nicht mischen und durch Osmiumsäure gebräunt werden, woraus er schliesst, dass es fettig sei; ich kann dies letztere, soweit mir Beobachtungen zur Verfügung stehen, nicht bestätigen, will indessen nicht in Abrede

[1]) (39) pag. 178.

[2]) (7) pag. 479.

[3]) (12) pag. 505.

[4]) v. Wittich schreibt: „Um etwas mehr von dem Sekret zu erhalten, setzte ich ein Paar Laubfrösche in ein weites Reagensglas und nötigte sie, häufig auf und ab zu klettern." Wie ich unten noch zeigen werde, benutzen die Laubfrösche sehr häufig die Bauchwandung mit zum Festhaften!

[5]) (8) pag. 403.

stellen, dass es der Fall sein kann, da mein Material einmal zu solchen Beobachtungen nicht ausreichend genug war und ich ausserdem nur schlecht genährte Tiere zur Verfügung hatte, deren Drüsen fast gar kein Sekret enthielten. In den herauspräparierten Drüsen fand ich zwar rundliche Körnchen, welche mit Osmiumsäure einen grünlich-braunen Ton annahmen und stark lichtbrechend schienen, sich indessen nicht wie Fett schwärzten.

Wichtiger noch als eine chemische Untersuchung des Sekretes der Schlauchdrüsen wäre die Kenntnis seiner physikalischen Eigenschaften. Aber auch hier dürfte die geringe Menge, welche man zu erhalten im stande ist, kaum eine genaue Untersuchung gestatten. Als eine der Haupteigenschaften des Sekretes der Amphibienhaut überhaupt wird von Leydig[1]) die „Klebrigkeit" angegeben, und beim Laubfrosch sollte diese Eigenschaft speziell dem Sekret der Schlauchdrüsen zukommen, wie Leydig[2]) und nach ihm auch Dewitz[3]) angaben. Die Beweise, welche hierzu beigebracht werden, beruhen zum Teil nur auf einer Bestimmung vermittels des Gefühles und sind sicherlich nicht mit Sicherheit dafür ausschlaggebend, dass das Sekret einen hohen Grad von Klebrigkeit besitzt; in allen Fällen fast, die angeführt werden, ist überdies die Möglichkeit einer Adhäsionswirkung nicht ausgeschaltet, was aber, wie weiter unten noch ersichtlich sein wird, von grosser Wichtigkeit erscheint. Dem Gefühle nach — und das ist zur Bestimmung der Grösse der Klebrigkeit doch eine sehr ungenaue Methode — möchte ich allerdings auch zugeben, dass das Sekret eine gewisse Klebrigkeit besitzt, indessen dürfte diese, wie mir scheint, diejenige des Sekretes der gesamten Oberfläche kaum übertreffen; letztere aber ist, wie ich meine, sicherlich nicht viel bedeutender — wenn sie es überhaupt ist — als die des Sekretes der gewöhnlichen Frösche.

Die Klebrigkeit von Flüssigkeiten beruht auf ihrer Kohäsion und auf ihrer Adhäsion zu anderen Körpern; es wäre also, wenn man die physikalischen Eigenschaften des Sekretes prüfen wollte, deren Grösse zu bestimmen. Namentlich könnte sich vielleicht hierbei herausstellen, dass die Adhäsion des Sekretes zur Oberfläche von Laubblättern eine besonders grosse ist, da man wohl erwarten kann, dass

---

[1]) (18) pag. 99.

[2]) (17) pag. 25 und a. a. O.

[3]) (7) pag. 475 und (8) pag. 403.

die Laubfrösche in dieser Hinsicht eine spezielle Anpassung erfahren haben. Ich glaube, dass dies auch wichtiger für die Tiere sein dürfte, als eine grosse Kohäsion des Sekretes, da diese, wie ich alsbald noch zeigen werde, nicht sehr erheblich zu sein braucht, um ein Festhaften zu ermöglichen.

Auf Grund der soeben dargestellten Funktionsweise bezw. Funktionsfähigkeit der einzelnen Teile der Haftballen dürfte es nun möglich sein, zu einer Vorstellung des Gesamtvorganges zu gelangen. Es handelt sich also jetzt darum, festzustellen, ob das Festhaften auf „Ansaugen", „Adhäsion" oder auf „Kleben" beruht, und wir haben bei dieser Gelegenheit auch die Experimente, welche zum Beweise dieser verschiedenen Ansichten angestellt worden sind, einer genaueren Besprechung zu unterziehen!

Wenden wir uns zunächst zu den Versuchen, durch welche man eine Saugwirkung festzustellen bestrebt war.

Leydig[1]) hat behufs des genaueren Nachweises seiner Vermutung, dass die Zellen der obersten Epidermislage gewissermassen jede für sich als kleiner Saugnapf funktionieren möchten, keine weiteren Experimente angestellt, hat aber auch, wie wir oben sahen, diese eben nur vermutungsweise ausgesprochene Ansicht späterhin selbst bald aufgegeben. Sie ist durch den anatomischen Befund, wonach die Zellenlage verhornt ist, auch kaum mehr weiter widerlegungsbedürftig. Zum Überfluss dagegen mag noch ein von Dewitz mit Recht dagegen geltend gemachtes Argument angeführt sein: „Würde nämlich jede Zelle der obersten Epidermisschicht, sagt Dewitz[2]), als Saugscheibe funktionieren, so müsste das Tier zu der Zeit, wenn die obersten Zellen absterben, d. h. wenn eine Häutung vorbereitet wird, nicht klettern können, was jedoch nicht der Fall ist."

Brehm, welcher den ganzen Haftballen als Saugvorrichtung in Anspruch nimmt (s. oben S. 86), beruft sich zum Beweise seiner Ansicht auf einen Versuch mit der Luftpumpe. Er behauptet[3]): „Bringt man einen Laubfrosch unter die Glocke und verdünnt die in ihr enthaltene Luft, so wird es ihm unmöglich, sich festzuhalten;

---

[1]) (17) pag. 26.

[2]) (7) pag. 447.

[3]) (4) pag. 557.

der Luftdruck ist dann im Verhältnisse zu seiner Schwere zu gering und gewährt ihm nicht mehr die nötige Unterstützung." — Der Versuch mit der Luftpumpe verdient schon aus dem Grunde eine genauere Besprechung, weil er von Dewitz gerade zum Beweise des Gegenteils benützt wird; Dewitz[1]) hatte aber auch gerade das entgegengesetzte Verhalten bei Anstellung seiner Versuche beobachtet. Er sagt nämlich: „Bei der stärksten Luftverdünnung sitzt ein Laubfrosch ebenso fest an dem Rezipienten der Luftpumpe, wie bei gewöhnlichem Luftdruck." Obgleich, wie ich alsbald zeigen werde, nach meiner Ansicht derartige Versuche mit der Luftpumpe für keine der drei mehrfach erwähnten Erklärungsarten beweisend sein können, habe ich dieselben doch wiederholt, um wenigstens festzustellen, was überhaupt richtiges an den angeführten Beobachtungen ist.

Ich setzte zwei Laubfrösche unter den Rezipienten einer Luftpumpe und begann, nachdem sie sich an demselben angeheftet hatten, zu evacuieren. Anfangs schien sie das gar nicht weiter zu belästigen, nach einiger Zeit aber fielen sie ab. Während jedoch die Evacuation, welche ich mit einer gewöhnlichen Wasserluftpumpe ausführte, weiter fortgesetzt wurde, begann wenigstens das eine der Tiere wieder an der Glasglocke des Rezipienten emporzuklettern und haftete abermals fest; nach einiger Zeit fiel es wiederum ab, um sodann von neuem sich festzusetzen, bis es schliesslich herunterfiel und anfing Krämpfe zu bekommen, ein Zeichen, welches mich veranlasste, den Versuch zu beendigen und wieder Luft unter den Rezipienten einströmen zu lassen.

Aus diesem Experiment geht höchstens hervor, dass die Haftfähigkeit durch die Evacuierung beeinflusst, dass sie indessen sicherlich nicht dadurch ausgeschlossen wird. Beweisend aber für die Art und Weise der Funktionierung der Haftballen ist der Versuch keineswegs, da sich die dabei angestellten Beobachtungen mit allen in Frage kommenden Erklärungsarten in Übereinstimmung bringen lassen.

Angenommen nämlich, es wäre eine Saugwirkung vorhanden, so müsste der Frosch vom Glase abfallen, sobald die Differenz zwischen der unter dem Saugnapf befindlichen und der das ganze

[1]) (7) pag. 446.

Tier umgebenden Luft = 0 geworden ist. Dann stünde gar nichts dem im Wege, dass das Tier vermöge der Saugwirkung der Haftballen eine neue derartige Druckdifferenz herstellte, also von neuem festhaftete und es würde nur abermals abfallen, sobald die Differenz wiederum eine Ausgleichung erfahren hätte. Man könnte also, wie mir dünkt, recht wohl diese Versuche als mit dem Vorhandensein einer Saugwirkung vereinbar auffassen.

Dasselbe aber ist der Fall, wenn man eine Adhäsion vermöge einer nicht klebenden Flüssigkeit annimmt. Zwei feste Körper zwar, welche ohne dazwischenliegende Flüssigkeitsschicht aneinander adhärieren, würden auch unter der Luftpumpe nicht voneinander zu trennen sein. Ist eine solche Flüssigkeitsschicht aber vorhanden, so muss dieses, infolge der bei der Evacuierung stattfindenden Ausdehnung der in der Flüssigkeit enthaltenen Gase eintreten. Dass aber das Sekret alsbald nach seiner Ausscheidung Gase absorbieren wird, erscheint doch wohl nicht unwahrscheinlich. Bringt man zwei vermöge einer dünnen Wasserschicht aneinander adhärierende Glasplatten unter den Rezipienten und evacuiert, so sieht man gleichfalls deutlich, wie immer grössere Luftblasen zwischen den Platten auftreten, bis schliesslich die untere abfällt.

Schreibt man schliesslich das Festhaften der Laubfrösche der Wirkung einer klebenden Flüssigkeit zu, so müsste dasselbe, wie bei dem angenommenen Verhalten bei Adhäsion eintreten, nämlich ein durch die Ausdehnung der Gase veranlasstes Herabfallen der Frösche; nur wenn die Flüssigkeit, welche zum Zwecke des Anhaftens abgeschieden wäre, unmittelbar erstarrte, fest würde, nur dann könnte die Haftfähigkeit durch die Verminderung des Druckes der umgebenden Luft nicht beeinträchtigt werden. Indessen kommt diese Frage, wie wir noch sehen werden, überhaupt gar nicht in Betracht.

Aus alledem geht, wie ich meine, hervor, dass der Versuch mit der Luftpumpe für keine der angezogenen Erklärungsarten etwas zu beweisen im stande ist.

Eine andere Art, wie man die Saugwirkung eines möglicherweise als Saugscheibe funktionierenden Organes prüfen könnte, bestände, wie Graber[2]) auch für die Haftscheiben der Dytisciden

[2]) (13) pag. 567.

vorgeschlagen hat, darin, dass man durch Durchbohrung eine Verbindung des beim Saugakte entstehenden Raumes mit der umgebenden Luft herstellte. Diese Art des Experimentierens aber ist für unseren Fall schon aus dem Grunde völlig ausgeschlossen, weil ein solcher Raum überhaupt nicht vorhanden ist (vgl. oben pag. 94).

Nehmen wir daher an dieser Stelle alles, was über eine eventuelle Saugnapfwirkung gesagt werden kann, zusammen, so kommen wir zu dem Resultat: dass weder durch die Experimente, noch durch die Beobachtung der Vorgänge selbst eine solche wahrscheinlich gemacht werden kann, und dass überdies anatomische Grundlagen für eine solche Anschauung nicht vorhanden sind. Es dürfte daher diese eigentlich schon von v. Wittich widerlegte Ansicht, welche wegen der Auffindung der glatten Muskulatur der Haftballen eine erneute Diskussion zu erfordern schien, nun wohl definitiv als unmöglich nachgewiesen worden sein. Es handelt sich nun also nur noch darum, zu entscheiden, ob das Festhaften der Laubfrösche auf „Adhäsion“ oder auf „Kleben“ beruht.

Unter Adhäsion versteht man, wie bekannt, die zwischen den Teilchen zweier einander berührenden Körper wirkende Anziehungskraft, vermöge deren diese Körper aneinander zu haften im stande sind. Sie ist um so grösser, je inniger die Berührung der Körper ist, also z. B., je genauer die Oberflächen derselben aufeinanderpassen, je geringer die zwischen beiden zurückbleibende Luftmenge ist u. s. w.

Das Aneinanderhaften zweier fester, einander innig berührender Körper mit nicht völlig aufeinanderpassenden Oberflächen kann aber verstärkt werden durch eine zwischen beide gebrachte dünne Flüssigkeitsschicht. In diesem Falle des Haftens, den man mitunter auch einfach als Adhäsion bezeichnet, handelt es sich aber schon um eine kompliziertere Erscheinung. Zunächst ist an allen den Stellen, wo Teilchen der festen Körper einander so nahe sind, dass eine Adhäsionswirkung noch eintreten kann, Adhäsion vorhanden. Ausserdem aber kommen noch zwei andere Faktoren in Betracht, nämlich die Adhäsion der betreffenden Flüssigkeit zu den festen Körpern und die Kohäsion der Flüssigkeit selbst, d. h. diejenige Anziehungskraft, vermöge deren die einzelnen Teilchen der Flüssigkeit aufeinander wirken. An den Stellen, wo eine Adhäsion zwischen Teilchen der festen Körper nicht mehr stattfinden kann, werden

immerhin noch diese beiden Kräfte wirksam sein. Will man daher zwei vermittels einer Flüssigkeitsschicht aneinanderhaftende feste Körper voneinander losreissen, so ist, ausser der Adhäsion der festen Körper zu einander, noch entweder die Kohäsion der Flüssigkeit oder die Adhäsion der letzteren zu den festen Körpern zu überwinden. Ersteres wird eintreten, wenn die Kohäsion der Flüssigkeit kleiner ist, als ihre Adhäsion zu den festen Körpern, d. h. wenn die Flüssigkeit diese zu benetzen im stande ist, letzteres, wenn die Kohäsion grösser ist, d. h. wenn die Flüssigkeit die festen Körper nicht zu benetzen vermag. Auf jeden Fall also wird das Aneinanderhaften zweier durch eine dünne Flüssigkeitsschicht getrennter fester Körper abhängen nicht nur von der Adhäsion zwischen den festen Körpern selbst, sondern ausserdem von der Adhäsion der letzteren zu der Flüssigkeit, und von der Kohäsion der Flüssigkeit.

Es wird daher das Aneinanderhaften der festen Körper vermittels einer Flüssigkeitsschicht ein um so festeres sein, je mehr einzelne Teilchen der festen Körper in nahe Berührung zu einander treten und je grösser andererseits die Kohäsion der Flüssigkeit und gleichzeitig deren Adhäsion zu den betr. festen Körpern ist. Die beiden letzten Eigenschaften aber sind diejenigen, welche das Wesen der Klebrigkeit einer Flüssigkeit bedingen, und je grösser daher die Klebrigkeit einer Flüssigkeit ist, desto mehr wird sie geeignet sein, die festen Körper aneinanderhaften zu lassen — wobei ich allerdings voraussetze, dass die zur Anwendung kommenden Flüssigkeitsschichten immer gleich dünn sind, da sonst hierdurch die Adhäsion der festen Körper zu einander verändert würde.

Daraus aber folgt, dass das „Kleben“ vermittels einer dünnen Schicht einer klebrigen Flüssigkeit physikalisch genau dasselbe ist, wie das Aneinanderhaften zweier fester Körper vermöge einer dünnen nicht klebrigen Flüssigkeitsschicht. Beide Erscheinungen unterscheiden sich nicht prinzipiell, sondern bloss graduell durch die Grösse einzelner in Betracht kommender Faktoren. Man kann also, wenn man bei Anwendung einer dünnen Flüssigkeitsschicht von „Kleben“ spricht, dieses „Kleben“ der „Adhäsion vermittels einer Flüssigkeitsschicht“ nicht eigentlich gegenüberstellen, und das um so weniger, als, bei Anwendung dünner Schichten, schon Flüssigkeiten, die wir noch kaum als klebrig bezeichnen und auch

nicht als Klebemittel anwenden, Haftwirkungen erzielen, welche wirkliche Klebstoffe in dicker Schicht nicht zu leisten vermögen.

Werden zwei verschiedene Stoffe in letzterer Art zum Kleben angewandt, wobei die Adhäsion der festen Körper zu einander also eliminiert ist, so hängt, wenn wir bei beiden gleiche Adhäsion zu den festen Körpern annehmen, ihre Wirkungsweise von der Grösse ihrer Kohäsion ab. Die Klebemittel, welche wir im gewöhnlichen Leben anzuwenden pflegen, sind derart, dass ihre Kohäsion meist durch Verdunstung des Lösungsmittels oder durch Erkalten bei warm angewendeten Mitteln rasch zunimmt. Ihre Wirkungsweise ist erst dann vollständig, wenn diese Kohäsion die eines festen Körpers geworden ist. So lange sie aber flüssig sind, vermag diese Kohäsion auch bei gut klebenden Substanzen nicht viel zu tragen, wie die alltägliche Erfahrung lehrt. Diese Art des Klebens mit dicken Flüssigkeitsschichten könnte nun allerdings jener oben erwähnten Art der Adhäsion als etwas wesentlich verschiedenes gegenübergestellt werden; sie kommt aber bei unserem Thema, bei den Haftballen des Laubfrosches, gar nicht in Betracht, da es sich hier, wie oben gezeigt wurde (s. S. 98), bloss um eine dünne Flüssigkeitsschicht handelt, und da diese, wie die direkte Beobachtung lehrt, nicht austrocknet, so lange der Laubfrosch festhaftet.

Wenn aber nachgewiesen ist, dass dergestalt bloss eine dünne Flüssigkeitsschicht in Frage kommt, so ist nach dem oben Gesagten klar, dass das, was man beim Laubfrosch als Adhäsion bezeichnet hat, dem Kleben nicht gegenübergestellt werden kann, weil letzteres hier gleichfalls nur auf einer Art Adhäsion beruhen würde, die sich von ersterer bloss durch Anwendung einer klebrigen Flüssigkeit unterscheiden würde. Es kann sich also höchstens darum handeln, festzustellen, ob das Sekret einer grösseren Klebrigkeit bedarf, um das Gewicht des Laubfrosches zu tragen, ob also die Klebrigkeit ein wesentlicher Faktor ist, oder nicht, oder ob die einfache Adhäsionswirkung, die immer vorhanden ist, als die Hauptursache des Festhaftens erklärt werden muss.

Ich habe schon oben erwähnt, dass auch Flüssigkeiten, welche nach unserem gewöhnlichen Sprachgebrauch noch kaum als „klebrig“ zu bezeichnen sind, doch schon ziemlich bedeutende Haftleistungen zu erzielen vermögen, wenn sie als dünne Schicht zwischen zwei adhärierende Körper gebracht werden, Leistungen, die jedenfalls bei

weitem genügen, das Gewicht eines Laubfrosches zu tragen. Um mich davon zu überzeugen, habe ich einige Versuche über die Grösse derartiger Leistungen bei verschiedenen Flüssigkeiten angestellt, die zwar keinen Anspruch auf physikalische Genauigkeit haben können, für unsere Frage aber doch als genügend erachtet werden dürften.

Einem Glasplättchen, das aus einem Objektträger geschnitten wurde und eine Oberfläche von ca. 16 qmm besass, wurde mit Kanadabalsam ein kleiner Haken aufgeschmolzen, an den man ein kleines Schälchen aufhängen konnte. Die freie Oberfläche des Plättchens wurde dann nacheinander mit verschiedenen Flüssigkeiten befeuchtet und an der Unterseite einer anderen Glasplatte leicht angedrückt, wodurch sie haften blieb; das herabhängende Schälchen konnte nun mit Gewichten belastet und dadurch die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Flüssigkeiten geprüft werden. Dabei ergab sich, dass bei Befeuchtung

mit destilliertem Wasser . . . 13 g,
„ Olivenöl . . . . 15 „
„ Glyzerin . . . . 19 „
„ Gummi arabicum-Lösung . 26 „

auf die bezeichnete Art getragen werden konnten, wozu ausserdem jeweils das Gewicht des Glasplättchens mit dem Haken und das des Schälchens, im Gesamtbetrage von etwa 1 g hinzukommt. War die Flüssigkeit nicht in dünner Schicht nur vorhanden, sondern dicker aufgetragen, so vermochte sie natürlich fast gar nichts zu tragen. Selbst die Gummilösung konnte in diesem Falle nicht einmal das Glasplättchen allein festhalten. Daraus aber geht hervor, dass die Grundbedingung für das Festhaften jedenfalls das Vorhandensein einer Adhäsionswirkung vermittels einer dünnen Flüssigkeitsschicht ist.

Da die Summe der Gesamtoberflächen der 18 Zehenendballen des Laubfrosches kaum viel weniger als 16 qmm betragen dürfte, und da ferner das Gewicht eines ausgewachsenen Laubfrosches in der Regel 3—4 $^1/_2$ g nicht übersteigt, so ist klar, dass sich derselbe gleichfalls schon vermöge eines Sekretes, das dieselbe „Klebkraft“ wie destilliertes Wasser besitzt, festzuhaften im stande sein muss. Es ist also jedenfalls auch hier die „Adhäsion“ vermittels einer dünnen Flüssigkeitsschicht das Wesentliche bei dem Vorgange des Haftens; und, wenn eine geringe Klebrigkeit des Sekretes noch

ausserdem dazu kommt, so kann sie das Festhaften zwar verstärken, ist aber zum Zustandekommen des Vorgangs nicht durchaus notwendig und deshalb von sekundärer Bedeutung.

Wie ich oben schon erwähnte, ist weiterhin dem Sekret der Amphibienhaut allgemein eine gewisse Klebrigkeit zuzuschreiben, welche, nach meinem Dafürhalten, kaum geringer sein dürfte, als die der Sekrete des Laubfrosches. Trotzdem aber sind die meisten anderen Amphibien[1]) nicht im stande, in der Art festzuhaften und zu klettern, wie es den Laubfröschen gegeben ist. Die Klebrigkeit des Sekrets allein befähigt also hierzu noch nicht! Alle diese anderen Formen entbehren aber auch der Fähigkeit, Flächen, welche zur Adhäsion geeignet sind, herstellen zu können, während die Laubfrösche dies mit den Endballen ihrer Zehen zu thun vermögen.

Aus diesen Gründen wird man daher, wie ich glaube, mit Recht schliessen dürfen, dass, wenn auch das Sekret der Laubfroschzehen eine gewisse Klebrigkeit besitzt, und wenn es auch vermöge dieser Eigenschaft das Festhaften wird verstärken können, trotzdem die Hauptsache hierbei die Bildung von zur Adhäsion geeigneten Flächen ist; dies aber ist eben durch den Bewegungsmechanismus der Endphalanx gewährleistet, welche ein Andrücken und eine Spannung der Plantarfläche und gleichzeitig die Herstellung einer dünnen Flüssigkeitsschicht ermöglicht! Will man also den Vorgang mit einem Worte bezeichnen, der das Wesen desselben hervorhebt, so ist es wohl am richtigsten, von Adhäsion zu sprechen.

---

[1]) Bei dieser Gelegenheit möchte ich auf einige Angaben Wiedersheims über *Geotriton fuscus* aufmerksam machen, welche vielleicht doch geeignet sein dürften, den Zehenbau dieses Urodelen einmal genauer zu untersuchen. Wiedersheim berichtet von ihm, dass man ihn in Höhlen in der Umgebung Spezias „nicht nur an den glatten, senkrecht abfallenden und dazu noch von Wasser berieselten Kalkwänden mit Leichtigkeit emporklimmen, sondern sogar an der Decke der Grotte (also den Rücken nach unten, den Bauch nach oben gewandt, nach Art unserer Stubenfliegen) sich hin und her bewegen“ sähe ([38], pag. 36). Vergleicht man hiermit, was er an anderem Orte von demselben Tiere sagt, nämlich: „Die Extremitäten sind schlank, was namentlich in Rücksicht auf die breiten Hand- und Fussteller in die Augen springt“ ([37], pag. 41), so wird man, meine ich, unwillkürlich zu der Vermutung geführt, dass hier vielleicht ähnliche Verhältnisse wie an den Zehen des Laubfrosches obwalten möchten!

III. Bau und Funktion der Haut des Bauches als Haftapparat.

Es dürfte nun noch die Erörterung der Frage am Platze sein, ob die Zehen des Laubfrosches es allein seien, welche das Festhaften ermöglichen, oder ob nicht vielleicht noch andere Körperteile hierbei in Betracht kommen könnten.

Schon Rösel meldet vom Laubfrosche[1]): „Seiner schleimichten Haut ist es auch zuzuschreiben, dass wenn er an das glätteste Spiegelglas springet, selbiges mag auch gleich aufrecht stehen oder sich vorwärts neigen, er doch an solchen behangen bleibet“, wobei nicht speziell von den Zehenballen die Rede ist. Und auf einer der Tafeln bildet er einen am Glase sitzenden Frosch ab, welcher deutlich nicht bloss mit den Zehen, sondern auch mit der Haut des Bauches die Wandung des Glases berührt.[2])

Jeder, der einmal selbst schon Laubfrösche gehalten hat, kann diese Beobachtung sicherlich aus eigener Erfahrung bestätigen.

Indessen dürfte wohl Leydig[3]) der erste Naturforscher gewesen sein, welcher darauf aufmerksam machte, dass mitunter „die Tiere am Glase bloss mit dem Bauch angeheftet sitzen, während die Zehen von der Glasfläche abgewendet sind.“

Das kommt in der That auch vor, und durchaus nicht selten habe ich beobachtet, dass wenigstens die Haftballen von zwei oder drei Extremitäten die Unterlage gar nicht berühren, während das Tier trotzdem fest sitzt. Es wird somit bewiesen, dass die Bauchfläche bezw. auch die Unterseite der Oberschenkel, beim Festhaften der Laubfrösche, in wesentlicher Weise mitwirken können. Es handelt sich nun nur noch darum, festzustellen, einmal, worauf die Haftfähigkeit der Bauchhaut beruht, und zweitens, welche spezielle Bedeutung dann den Haftballen der Zehen zuzuerkennen ist.

Rösel hatte der „schleimichten Haut“, also der Klebrigkeit des Drüsensekrets, die Fähigkeit der Laubfrösche, sich mit dem Bauche festzuhalten, zugeschrieben, während Leydig umgekehrt aus dieser Fähigkeit die Klebrigkeit des Sekretes zu folgern schien. Es tritt also auch hier wieder die Notwendigkeit an uns heran, zu entscheiden,

---

[1]) (29) pag. 40.

[2]) (29) Taf. IX, Fig. 4.

[3]) (18) pag. 99.

ob das Haften allein durch die „Klebrigkeit“ des Sekretes bedingt wird oder ob nicht vielmehr auch hier eine „Adhäsionswirkung“, die höchstens durch eine Klebrigkeit des Sekretes verstärkt werden kann, das Wesentliche ist. Wir werden ferner auch hier wieder die Frage zu erledigen haben, ob nicht etwa eine Saugwirkung vorhanden sein könnte. Zunächst müssen wir jedoch den anatomischen Bau der Bauchwandung, soweit es nötig erscheint, noch etwas näher ins Auge fassen, um eine Grundlage zur Beurteilung dieser Frage zu gewinnen.

Die Bauchhaut des Laubfrosches ist bekanntlich nicht glatt, wie z. B. bei *Rana*, sondern erhebt sich, wie schon die früheren Beobachter melden, „in rundliche, dicht zusammenstehende Warzen.“ [1]) Auf Schnitten durch die Haut sieht man deutlich die durch Einfaltung der Epidermis entstehenden Furchen, welche zwischen jenen Warzen verlaufen, bezw. deren Entstehung veranlassen. Auf den Warzen münden die Drüsen aus, die in verschiedener Anzahl sich vorfinden; Leydig giebt „drei oder vier“ an; ich fand in der Regel mehr; doch mag dies nach verschiedenen Stellen des Bauches variieren. Eberth, welcher zuerst das Vorkommen von glatten Muskelelementen in der Cutis der Amphibien richtig erkannte, giebt an, dass „die Haut des Bauches an glatten Muskeln sehr arm sei.“ [2]) Indessen gelten diese Angaben wohl hauptsächlich für *Rana*. Denn, wenngleich ich ebenfalls die genannten Elemente in der Haut des Bauches weniger häufig und in weniger dichten Bündeln, als in der des Rückens angetroffen habe, so muss ich doch sagen, dass sie beim Laubfrosch nicht so gar selten vorkommen. Meist findet man sie auch hier in den senkrecht aufsteigenden Zügen des Bindegewebes, und zwar in der Regel unter den Furchen der Epidermis, bezw. unmittelbar zu deren Seiten. Auf die übrigen Verhältnisse der Epidermis und Cutis hier des näheren einzugehen, dürfte für unseren Zweck nicht notwendig sein.

Dagegen sind einige Punkte in der „gröberen“ Anatomie der Bauchwand für unsere Frage, wie ich glaube, nicht interesselos, Punkte, die soviel ich sehe, merkwürdigerweise in der Litteratur bisher keine Erwähnung gefunden haben.

---

[1]) (17) pag. 37.

[2]) (9) pag. 18.

Bei *Rana* gehen, nach Ecker[1]), die Fasern des *Musc. obliquus externus* grösstenteils in eine Aponeurose über, die über die ventrale Fläche des *M. rectus abdominis* zur *Linea alba* geht; der Zeichnung Eckers nach hören die Muskelfasern am seitlichen Rande des *M. rectus abdominis* auf, bezw. am Rande von dessen seitlicher Portion, welche in die *Portio abdominalis* des *M. pectoralis* übergehe. Nach Schneider[2]) dagegen überschreiten bei *Rana* und *Bufo* die Fasern des *Obliquus externus* diesen Rand, „allein nur wenig."

Beim Laubfrosch sind die Verhältnisse nun folgende: Der *Musc. rectus abdominis* besteht, wie bei *Rana*, aus zwei Portionen, einer medialen und einer lateralen. Der *Obliquus externus* setzt sich mit dem grössten Teil seiner Fasern in eine Aponeurose fort, welche, den *Rectus* bedeckend, zur *Linea alba* zieht. Die Muskelfasern hören aber nicht, wie bei *Rana*, am lateralen Rande der *Portio lateralis* des *Rect. abdominis* auf, sondern über dieser ganzen Portion, und, gegen den Ursprung des geraden Bauchmuskels zu, sogar teilweise über diesem selbst, findet man eine einschichtige Lage von Muskelfasern, welche dem *Obl. externus* zugehören, und die mit der Lupe als feine, zur Längsachse des *Rectus* fast senkrecht verlaufende Streifen zu erkennen sind; es reicht also beim Laubfrosch der *Obliquus externus* mit seinen muskulösen Elementen mindestens bis zum medialen Rand der Lateralportion des geraden Bauchmuskels, während er, wie erwähnt, beim Frosch nur bis zu deren lateralen Rande sich erstreckt. Die Überlagerung des *Rectus* durch Fasern des *Obliquus externus* findet nach vorn zu nur bis zu der Stelle statt, wo der eigentliche *Pectoralis* beginnt.[3])

Ausser diesem abweichenden Verhalten der Muskulatur der Bauchwand ist aber beim Laubfrosch noch eine andere Besonderheit im Bau der letzteren zu beobachten, durch welche jene erst

---

[1]) (10) pag. 81.

[2]) (31) pag. 139.

[3]) Nach Meckel ([25] pag. 108) sollen bei *Hyla* „die schiefen Bauchmuskeln ausserordentlich dick" sein; ich habe dies an den von mir präparierten Tieren nicht sehen können. Schon Klein ([15] pag. 22) berichtet, dass bei *Bufo* und *Hyla* der *Obliquus abdominis externus* „über den Rectus herüber gegen die Mittellinie gehe"; es ist mir indessen nicht ganz klar, ob Klein gemeint hat, dass dies nicht bloss mit der Aponeurose, wie bei anderen Anuren, sondern auch noch mit muskulösen Elementen geschähe.

Bedeutung erlangt. Wenn man nämlich ganz vorsichtig die Haut des Bauches in der üblichen Weise durch einen medianen Längsschnitt durchtrennt und nun, bei Vermeidung jedes Zuges, dieselbe zur Seite zu schlagen versucht, so bemerkt man, dass das nicht, wie beim Frosche, bis zu dem den Bauchlymphsack, *Saccus abdominalis*, vom *S. lateralis* trennenden *Septum abdominale* geschehen kann, ohne dass man einen Widerstand fände, sondern man sieht auf der ganzen Oberfläche des *Musc. pectoralis*, sowie weiter hinten auf der ganzen Fläche, auf welcher der *M. obliquus externus* Muskelfasern enthält, deutlich, dass hier ein Zusammenhang zwischen Haut und Muskulatur der Bauchwand vorhanden ist. Dieser Zusammenhang beruht, wie eine genauere Prüfung ergiebt, auf dem Vorhandensein zahlreicher senkrecht von der Fascie aufsteigender Bindegewebssäulchen, welche sich an die Bauchhaut ansetzen. Es sind Bündel von starken Bindegewebsfibrillen, welche unmittelbar in solche der Fascie übergehen. Ohne dass also hier der Bauchlymphsack selbst in seiner Ausdehnung reduziert wäre, findet doch ein Zusammenhang zwischen Haut und Muskulatur statt, der an manchen Stellen, z. B. am hinteren Ende des *M. pectoralis*, ein so inniger werden kann, dass es mitunter sogar leichter ist, den Muskel von den darunterliegenden Muskeln abzupräparieren, als ihn von der Haut zu trennen.

Es ist nun die Frage, ob die geschilderten anatomischen Eigentümlichkeiten der Bauchwand uns Anhaltspunkte liefern für die Beurteilung von deren Funktion?

Die Verbindung zwischen Haut und Muskeln muss, meiner Ansicht nach, bei einer Kontraktion der *M. obliqui externi* und der *Pectorales* eine Spannung der Mitte des Bauches bewirken; eine solche ist aber in der That auch zu beobachten, wenn die Tiere mit dem Bauche am Glase festsitzen und ist sicherlich auch nötig, wenn eine Adhäsionswirkung stattfinden soll.

Dass eine Saugwirkung auch beim Haften der Bauchfläche nicht in Betracht komme, scheint mir sicher. Sie könnte nur durch eine Evacuierung der die Warzen der Haut umziehenden Furchen stattfinden; einmal aber ist die glatte Muskulatur, welche allein diesen Effekt erzielen könnte, doch recht schwach entwickelt, und zweitens sieht man auch hier, selbst bei Anwendung starker Lupen, keinen Hohlraum in den Furchen des festhaftenden Tieres, sondern man

bemerkt gerade im Gegenteil, dass die Furchen abgeflacht und ausgeglichen sind. Es scheint mir also auch hier ein Festhaften durch Ansaugen ausgeschlossen, da ja die Muskulatur des Stammes, soweit sie mit der Haut in Verbindung tritt, diese Wirkung erst recht nicht ermöglichen kann. Ja, die Spannung der Haut, welche durch diese hervorgerufen wird, zeigt vielmehr, dass die Grundbedingung für einen Adhäsionsvorgang, nämlich die Herstellung einer möglichst glatten Fläche, vorhanden ist, und man darf daher wohl annehmen, dass auch hier in diesem Vorgange der Grund des Festhaftens zu suchen ist.

Was nun wiederum die Frage nach der Bedeutung der Klebrigkeit des Sekretes betrifft, so dürfte es kaum möglich sein, ein Experiment anzustellen, welches diese Frage entscheiden könnte. Ich glaube aber, dass auch hier dieselben Argumente als ausschlaggebend vorgebracht werden dürfen, die ich oben schon erwähnt habe, vor allem auch das, dass andere Amphibien ein sicherlich nicht weniger klebriges Hautsekret als die Laubfrösche abscheiden, trotzdem aber nicht im stande sind, in der Weise, wie letztere es vermögen, festzuhaften, und dass daher erst die speziell den Laubfröschen zukommenden Eigentümlichkeiten, welche die Herstellung adhäsionsfähiger Flächen ermöglichen, es sind, welche sie zum Festhaften befähigen; damit ist aber dann auch hier bewiesen, dass nicht die Klebrigkeit des Sekretes, sondern die Adhäsion hierzu nötig und mithin das Wesentliche beim ganzen Vorgange ist.

Zum Schlusse bleibt uns nun noch die Frage zu erörtern übrig, welches denn die spezielle Bedeutung der Haftapparate der Zehen sei, wenn nicht sie allein es sind, welche das Festhaften ermöglichen. Diese Bedeutung dürfte, wie ich meine, wohl darin zu suchen sein, dass sie hauptsächlich beim Anspringen der Laubfrösche in Wirksamkeit treten und hierbei ein sofortiges Haftenbleiben ermöglichen, während die Adhäsion vermittels der Bauchwand erst bei dem schon festsitzenden Tiere gewissermassen zur Unterstützung jener wichtigsten Haftapparate in Anwendung käme. Dass die Laubfrösche übrigens befähigt sind, ohne Anwendung der Bauchfläche, allein vermöge der Zehen festzuhaften, kann man dadurch nachweisen, dass man einem Tiere ein die Fläche des Bauches und den Oberschenkel bedeckendes Leinwandläppchen, gewissermassen eine Art „Hemde“, umbindet, wodurch natürlich eine Adhäsion vermöge jener Flächen

unmöglich wird. Ich habe diesen Versuch, bei dem man natürlich besorgt sein muss, die Bewegungsfreiheit der Extremitäten möglichst wenig zu hemmen, wirklich ausgeführt und hierbei in der That beobachten können, dass allein vermöge der Adhäsion der Zehenballen ein Festhaften möglich ist, was ja auch kaum anders zu erwarten war.

Es möchte vielleicht notwendig erscheinen, an dieser Stelle noch die ähnlich wirkenden Haftapparate anderer Tiere, vor allem anderer Wirbeltiere[1]), vergleichsweise zu besprechen. Ich glaube indessen hiervon doch absehen zu müssen, indem mir nämlich die über ähnliche Apparate bei Wirbeltieren vorhandenen Arbeiten nicht gründlich genug erscheinen, um eine ins Einzelne gehende Würdigung der Vorgänge zu ermöglichen, während andererseits die uns ferner liegenden Verhältnisse bei Insekten eine so umfangreiche Litteratur mit so vielen Einzelheiten und nicht wenigen Differenzen erzeugt haben, dass eine genauere Besprechung an dieser Stelle uns allzusehr auf ein ausserhalb unserer Aufgabe gelegenes Gebiet führen würde. Es mag genügen, zu betonen, dass auch bei den Insekten diejenige Anschauung, welche ein Festhaften auf Grund einer Adhäsionswirkung annimmt, als die zur Zeit am besten begründete erscheinen dürfte.[2]) Mit Rücksicht hierauf dürfte es allerdings von Interesse sein, dass auch wir beim Laubfrosch zu dem gleichen Resultate gelangt sind; andererseits aber muss man wünschen, dass — gleichfalls mit Rücksicht hierauf — die bei anderen Wirbeltieren vorkommenden Haftapparate bald eine neue und gründlichere Bearbeitung erfahren möchten!

Würzburg, den 26. März 1891.

---

[1]) Die diesbezügliche Litteratur findet man bei Simmermacher (35).

[2]) Ich verweise in dieser Hinsicht besonders auf eine Arbeit Dahls (5); die übrige Litteratur findet man sowohl da, wie in den oben citierten Aufsätzen von Dewitz (7 u. 8) und Simmermacher (34), wie in den gleichfalls schon gelegentlich angeführten Referaten von Emery (11) und Graber (13). Schliesslich ist noch auf eine neuere Arbeit von A. Ockler (26) hinzuweisen.

Litteraturverzeichnis.

1. Bergmann, C. und Leuckart, R., Anatomisch-physiologische Übersicht des Tierreichs. Stuttgart 1852.
2. Boettger, O., Diagnoses reptilium et batrachiorum novorum a Carolo Ebenau in insula Nossi-Bé Madagascariensi lectorum. Zool. Anz. Bd. III, 1880.
3. Braun, M., Die histologischen Vorgänge bei der Häutung von *Astacus fluviatilis*. Arbeiten a. d. zool.-zoot. Institut Würzburg, Bd. II, 1875.
4. Brehms Tierleben, 2. Aufl., III. Abteil. 1. Bd. — Die Kriechtiere und Lurche von A. E. Brehm. Leipzig 1878.
5. Dahl, Fr., Die Fussdrüsen der Insekten. Archiv f. mikr. Anat. Bd. 25, 1885.
6. Dewitz, H., Über das verschiedene Aussehen der gereizten und ruhenden Drüsen im Zehenballen des Laubfrosches. Biolog. Centralblatt, Bd. 3, 1884.
7. —, Über die Fortbewegung der Tiere an senkrechten, glatten Flächen vermittels eines Sekretes. Pflügers Archiv f. Physiol. Bd. 33, 1884.
8. —, Über die Fortbewegung der Tiere an senkrechten, glatten Flächen vermittels eines Sekretes. Zool. Anz. VII. Jahrg. 1884.
9. Eberth, Untersuchungen zur normalen und pathologischen Anatomie der Froschhaut. Leipzig 1869.
10. Ecker, A., Die Anatomie des Frosches. Braunschweig 1864—1882.
11. Emery, C., Fortbewegung von Tieren an senkrechten und überhängenden glatten Flächen. Biolog. Centralbl. Bd. IV, 1885.
12. Engelmann, Th. W., Die Hautdrüsen des Frosches. Pflügers Archiv für Physiologie, Bd. V, 1872.
13. Graber, V., Über die Mechanik des Insektenkörpers. I. Mechanik der Beine. Biolog. Centralbl. Bd. IV, 1885.
14. Heitzmann, C., Mikroskopische Morphologie des Tierkörpers. Wien 1883.
15. Klein, Beiträge zur Anatomie der ungeschwänzten Batrachier. Jahreshefte des Vereins für vaterländ. Naturkunde in Württemberg, VI. Jahrg. Stuttgart 1850.
16. Kölliker, A., Handbuch der Gewebelehre des Menschen, 6. Aufl., I. Bd. Leipzig 1889.
17. Leydig, F., Über Organe eines sechsten Sinnes. Nova Acta Ac. Caes. Leop. Carol. Nat. Cur. Vol. XXXIV 1868.
18. —, Über die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien. Arch. f. mikr. Anat. 1876. (Citate nach der separaten Ausgabe.)

19. Leydig, F., Über den Bau der Zehen bei Batrachiern und die Bedeutung des Fersenhöckers. Morph. Jahrb. Bd. 2, 1876.

20. —, Die anuren Batrachier der deutschen Fauna. Bonn 1877.

21. —, Neue Beiträge zur anatomischen Kenntnis der Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische. Festschr. z. Feier d. 100jähr. Bestehens d. Naturf.-Gesellsch. Halle a. d. S. Halle 1879.

22. —, Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Tiere. Bonn 1883.

23. —, Zelle und Gewebe. Bonn 1885.

24. —, Beiträge zur Kenntnis des tierischen Eies im unbefruchteten Zustande. Zoolog. Jahrb., Abteil. f. Anat. u. Ontog., Bd. III, 1889.

25. Meckel, J. F., System der vergleichenden Anatomie, III. Teil. Halle 1828.

26. Ockler, A., Das Krallenglied am Insektenfuss. Arch. f. Naturgesch., 56. Jahrg., 1. Bd. Berlin 1890.

27. Pagenstecher, A., Allgemeine Zoologie. Berlin 1875—81.

28. Pfitzner, W., Die Epidermis der Amphibien, I. Morph. Jahrb., Bd. VI, 1880.

29. Rösel von Rosenhof, A. J., Historia naturalis ranarum nostratium etc., 2. Aufl. Nürnberg 1800.

30. Sarasin, P. u. F., Ergebnisse naturwissensch. Reisen auf Ceylon, Bd. II., Heft 2. Wiesbaden 1887.

31. Schneider, A., Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Berlin 1879.

32. Schreiber, E., Herpetologia europaea. Braunschweig 1875.

33. Schulze, F. E., Epithel- und Drüsenzellen. Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. 3, 1867.

34. Simmermacher, G., Untersuchungen über Haftapparate an Tarsalgliedern von Insekten. Zeitschr. f. wissensch. Zoolog., Bd. XII, 1884.

35. —, Haftapparate bei Wirbeltieren. Zoolog. Garten, XXV. Jahrg., 1884.

36. Wagler, J., Natürliches System der Amphibien. München, Stuttgart und Tübingen 1830.

37. Wiedersheim, R., Salamandrina perspicillata und Geotriton fuscus. Annali del Museo Civico, Genova. Vol. VII, 1875.

38. —, Die Kopfdrüsen der geschwänzten Amphibien und die Glandula intermaxillaris der Anuren. Zeitschr. f. wissensch. Zoolog., Bd. 27, 1876.

39. v. Wittich, Der Mechanismus der Haftzehen von *Hyla arborea*. Müllers Archiv f. Anat. u. Physiol., 1854.

Figuren-Erklärung
zu Tafel V und VI.

Alle Figuren mit Ausnahme von Fig. 12 beziehen sich auf *Hyla arborea*. Die mit Lupenvergrösserung gezeichneten Abbildungen wurden mit Hilfe des Zeiss'schen Präpariermikroskopes II entworfen, die nach mikroskopischen Präparaten ausgeführten hingegen mit einem Seibert'schen Mikroskop, unter Anwendung des Zeichenapparates.

Fig. 1. Die beiden letzten Zehenglieder von unten (V. Zehe des rechten Fusses eines in Sublimat gehärteten Tieres); zeigt die häufig auftretende Längsfurche des Endballens.

„ 2. III. Finger der linken Hand von unten; die Haut ist abgezogen.

„ 3 Dasselbe Präparat, wie Fig. 2, nachdem die Grenzfascie der Palmarseite des Haftballens in der Medianlinie aufgeschnitten und zur Seite gesteckt worden war.

„ 4. Medianer Längsschnitt durch eine Zehe (III. Zehe des rechten Fusses). — Sublimat, Boraxkarmin, Paraff. Canadabals. — Oc. 0, Obj. 1, Zeichen-Apparat; Vergr. 30.

„ 5. Querschnitt durch einen Zehenendballen, in der Gegend von * (s. Fig. 4.) — (V. Zehe des rechten Fusses.) — Subl. Delafield'sches Hämatox., Paraff. Cdb. — Oc. 0, Obj. 1, Zeichen-Apparat; Vergr. 30.

„ 6. Desgl.; in der Gegend von †; aus derselben Schnittserie. — Oc. 0, Obj. 1, Zeichen-Apparat; Vergr. 30.

„ 7. Längsschnitt durch die Epidermis der Plantarseite eines Zehenendballens, von einem unmittelbar vor der Häutung stehenden Tiere (V. Zehe des linken Fusses). — Chrom-Essig-S., Pikrokarmin, Paraff. Cdb. — Oc. 0, Hom. Imm. $^1/_{12}$, Zeichen-Apparat.

„ 8. Längsschnitt durch die oberste Schicht der Epidermis der Plantarseite eines Endballens, von einem seit kurzem gehäuteten Tiere. — Subl. Boraxkarmin, Paraff. Cdb. — Oc. 1, Hom. Imm. $^1/_{12}$, Zeichen-Apparat.

„ 9. Innere Partie der Epidermis der Plantarseite eines Endballens, aus einem Querschnitt durch einen solchen. — Subl. Par. (auf dem Objektträger gefärbt), Indigkarmin-Boraxkarmin, Cdb. — Oc. 1, Hom. Imm. $^1/_{12}$.

„ 10. Epidermis der Ringfurche aus einem Längsschnitt durch den Endballen. — Subl. Boraxkarmin, Par. Cdb. — Oc. 0, Obj. 5, Zeichen-Apparat.

„ 11. Epidermis von der Seitenfläche eines Zehenendballens, aus einem Querschnitt durch einen solchen. — Subl. Par. Indigkarmin-Boraxkarmin, Cdb. — Oc. 1, Hom. Imm. $^1/_{12}$.

Fig. 12. Drüse aus einem Endballen, mit $^1/_3$ Alkohol isoliert; der die Epidermis durchsetzende Teil des Ausführungsgangs ist abgerissen. — Hämatox. Cdb. — Oc. 0, Obj. 1, Zeichen-Apparat.

„ 13. Zwischengelenkknorpel zwischen der 1. und 2. Phalange des IV. Fingers, unter der Lupe herauspräpariert. — Chrom-Essig-S., Hämatox., Cdb. — Oc. I, Obj. 1, Zeichen-Apparat.

„ 14. Epidermis von der Unterseite der Phalangen von *Polypedates* (?). — Alkohol, Boraxkarmin, Par. Cdb. — Oc. 0, Obj. 5, Zeichen-Apparat.

---

ag = Ausführungsgänge der Drüsen.
bz = Bindegewebszellen.
cs = Cuticularsaum.
cs' = „ in der Ersatzschicht.
dr = Drüsen (gewöhnliche).
EB = Endballen der Zehen.
ep = Epidermis.
F = Längsfurche der Zehenendballen.
f = Furchen zwischen den Epidermiszellen.
f' = „ „ „ „ in der Ersatzschicht.
fl = Sehne des Beugemuskels der Endphalanx.
GB = Gelenkballen.
l = Lymphraum des Endballens.
l' = „ des vorletzten Zehengliedes.
m = Glatte Muskelfasern.
n = Nuclei.
p = Parasiten der Epidermis.
PF = Plantarfascie.
ph = Phalanx des letzten Gliedes.
ph' = „ des vorletzten Gliedes.
RF = Ringfurche.
s = Sehnenscheide.
zw = Zwischengelenkknorpel.

ÜBER SOGENANNTE
„ÜBERZÄHLIGE PHALANGEN“
BEI
AMPHIBIEN.

VON

DR. A. SCHUBERG.



Erst nachdem ein grosser Teil des vorstehenden Aufsatzes: „Über den Bau und die Funktion der Haftapparate des Laubfrosches", vor allem der Abschnitt über die anatomischen Verhältnisse der Zehen, schon gedruckt war, wurde ich durch den kürzlich erschienenen Zoologischen Jahresbericht für 1889 auf eine Arbeit von Howes und Davies aufmerksam, welche den Titel führt: „Observations upon the Morphology and Genesis of Supernumerary Phalanges"[1]); ich hatte allerdings, offen gestanden, nicht vermutet, unter dieser Aufschrift eine spezielle Behandlung der „Zwischengelenkknorpel" zu finden. Da Änderungen im Texte meiner Arbeit zur Zeit nicht mehr thunlich erscheinen, so sehe ich mich genötigt, auf die Mitteilung der beiden englischen Forscher in diesem besonderen Nachtrage noch einzugehen; nicht bloss, um zu konstatieren, dass sie einiges von dem, was oben vorgeführt wurde, auch schon beobachtet haben, also um die ihnen gebührende Priorität in manchen Punkten anzuerkennen, sondern auch um die eigentümliche Auffassung, welche sie von den Zwischengelenkknorpeln haben, einer Besprechung zu unterziehen.

Was das Thatsächliche anlangt, so haben Howes und Davies zunächst das Verdienst, im Anschluss an Angaben von Peters und Boulenger[2]) festgestellt zu haben, dass Zwischengelenkknorpel zwischen der letzten und vorletzten Phalanx bei einer so grossen Anzahl von Amphibien vorkommen, dass man nun wohl sicher berechtigt ist, sie als den Amphibien allgemein zukommende Elemente zu betrachten, wie ich das auch oben schon selbst vermutungsweise ausgesprochen hatte (s. S. 64). Weiterhin haben sie auch das Vorhandensein von ringartigen Zwischenscheiben in den proximalen Interphalangealgelenken bei einer Anzahl von Formen richtig

[1]) Proceed. Zoolog. Soc. London for 1888, pag. 495 ff.

[2]) Peters, Reise nach Mossambique. Zool. III, Amphib. 1882; Boulenger, Note on the Classification of the Ranidae. Proc. Zool. Soc. 1888, pag. 204 ff. Diese Angaben waren mir leider gleichfalls entgangen.

nachgewiesen. Dagegen kann ich die Resultate ihrer histologischen Untersuchungen bloss zum Teil anerkennen; der Deutung aber, welche sie den fraglichen Gebilden zu teil werden liessen, bin ich nicht im stande, mich anzuschliessen.

Howes und Davies behaupten vor allem, dass bei *Hyla arborea* und *Rhacophorus* der Zwischengelenkknorpel zwischen letzter und vorletzter Phalanx aus hyalinem Knorpel bestehe. Ich habe nun keine Gelegenheit gehabt, Kaulquappen von *Hyla* selbst zu untersuchen; und auf die Untersuchung solcher stützen sich die Angaben über *Hyla*. Indessen kann ich nicht unterlassen, Zweifel an deren Richtigkeit auszusprechen, zumal schon Leydig[1]) 1868 in einer oben bereits vielfach angeführten Abhandlung angegeben hat, dass bei „ganz jungen Laubfröschen“ „Zwischenknorpel“ vorhanden seien, welche dem zwischen letzter und vorletzter Phalanx gleichen. Für letzteren aber wird ausdrücklich, nach Untersuchungen des ausgebildeten Tieres, angegeben, „dass er nicht aus eigentlichem Knorpel gebildet sei, wie ein solcher, nach beiden Seiten hin, an den Gelenkknorpeln der Phalangen zum Vergleich sich darbietet, sondern dass er nach seiner Struktur, weil aus festem Bindegewebe bestehend, als Bandscheibe anzusprechen sei.“ Ich selbst habe diese Angabe, die ich bereits oben (s. S. 68) citiert habe, nur bestätigen können und darf wohl in dieser Hinsicht auf meine oben gegebene Beschreibung verweisen.[2]) Ebenso habe ich schon oben ausgeführt, dass sowohl bei *Hyla* wie bei *Rana* die proximalen ringförmigen Zwischengelenkknorpel gleichfalls aus Faserknorpel bestehen.

Berücksichtigt man schon bloss diesen Punkt, so dürfte man, bei vorurteilsfreier Behandlung der Frage, schwerlich auf die Idee kommen können, den Zwischengelenkknorpel zwischen letzter und vorletzter Phalanx als „überzählige Phalanx“ aufzufassen. Echte Skeletteile bestehen doch in der Regel nicht aus Faserknorpel

---

[1]) l. c. pag. 27. — Sowohl diese, auch für die vorliegende Frage sehr wichtige Abhandlung Leydigs, wie die Wittich'sche Arbeit (39) scheinen den beiden englischen Forschern entgangen zu sein.

[2]) Zu den oben angeführten Färbungsunterschieden, welche Gelenk- und Zwischengelenkknorpeln aufweisen, will ich hier noch einen weiteren hinzufügen; bei Eosin-Hämatoxylinfärbung färben sich erstere intensiv rot, letztere intensiv blau, sodass man auf den ersten Blick erkennt, dass man verschiedenerlei Dinge vor sich hat.

bezw. gehen nicht aus solchem hervor; vielmehr weist eine derartige histologische Struktur stets darauf hin, dass man es mit besonders entwickelten Bindegewebspartien zu thun hat. Einlagerungen von Knorpelzellen aber in bindegewebige Teile sind ja überhaupt nichts Besonderes, wie ich ja auch oben schon erwähnte, dass die Sehnen der Zehenbeuger Knorpelzellen eingelagert enthalten können (vgl. S. 69).

Ich habe oben weiterhin schon darauf hingewiesen, dass die Zwischengelenkknorpel der Amphibienzehen sich der Struktur nach durchaus an andere Zwischenknorpelbildungen anschliessen und in dieser Hinsicht habe ich speziell auch schon die Zwischenknorpel des Knie-, Kiefer- und Brustbeingelenkes etc. beim Menschen namhaft gemacht. So wenig man nun diese als selbständigen Elementen des Skelets gleichwertig erachten wird, so wenig kann dies, meiner Ansicht nach, mit jenen Elementen geschehen; derartige besonders differenzierte Teile des die Gelenke verbindenden Bindegewebes mit echten Skeletteilen, wie es die Phalangen sind, als gleichwertig zu betrachten, scheint mir nicht angängig zu sein. Dass aber schliesslich bei einigen Formen die Zwischengelenkknorpel den Beginn einer Verknöcherung zeigen, kann doch auch nicht für die Ansicht der beiden englischen Forscher als Beweisgrund geltend gemacht werden; man müsste denn mit genau demselben Rechte jede Sehnenverknöcherung als einem normalen und echten Skeletelemente gleichwertig erachten dürfen.

Indessen giebt es noch mehr Gründe, welche die versuchte Deutung des Knorpels als einer rudimentären Phalanx nicht haltbar erscheinen lassen. So kann z. B. darauf hingewiesen werden, dass der sog. „Fersenhöcker“ der Anuren, den man doch wohl noch am ehesten als rudimentäre Zehe auffassen darf und auffasst („sechste Zehe“), nicht aus Faserknorpel, sondern aus echtem hyalinen Knorpel besteht. Schliesslich aber — und das ist wohl das wichtigste Argument — sprechen die Verhältnisse der Verbindung der Zwischengelenkknorpel mit den Epiphysen der ihn einschliessenden Phalangen in beredtester Weise gegen die von Howes und Davies versuchte Deutung. Wie aus meiner oben gegebenen Beschreibung hervorgeht, die mit der v. Wittichs im wesentlichen übereinstimmt, liegt bei *Hyla arborea* der Zwischengelenkknorpel sowohl zwischen letzter und vorletzter Phalanx, wie bei den proximal gelegenen Gelenken, vollständig innerhalb der Gelenkkapsel und deren

bandartig verstärkten Partien; ja die ringförmigen Knorpel werden sogar selbst von einem Bande durchsetzt (s. S. 67), was übrigens auch Howes und Davies für einige Formen angeben. Unter solchen Umständen aber von einer Phalanx zu sprechen, scheint doch mindestens sehr gewagt! Eine Phalanx, die von einer Gelenkkapsel umhüllt würde, welche die an sie angrenzenden Phalangen verbindet, wäre doch eine recht merkwürdige Erscheinung; selbst aber, wenn diese Umhüllung rückgebildet würde und andere Verbindungen einträten, selbst dann würde man noch immer nicht das fragliche Element einer Phalanx gleich setzen dürfen, solange noch so wesentliche Unterschiede in der histologischen Struktur bestehen, wie das bei unserem Objekte der Fall ist.

Ich muss also die Deutung der Zwischengelenkknorpel als überzähliger, sei es auch nur im Entstehen begriffener Phalangen, durchaus als unzulässig bezeichnen; mindestens müssten andere Gründe hierfür beigebracht werden, als dies bis jetzt geschehen ist.

Hinsichtlich der funktionellen Bedeutung heben Howes und Davies hervor, dass der Grad der ventralen Verlagerung des Zwischengelenkknorpels unter das distale Ende der vorletzten Phalanx in einem bestimmten Verhältnisse stehe zur Fähigkeit der Aufwärtsbewegung der letzten Phalanx; besonders bei den platydactylen Formen solle dies von Bedeutung für die Funktion der Zehen sein. Es zeigt sich ferner, dass die Formen, wo er eine grössere Entwickelung erlangt, Laubfrösche sind. Mit der funktionellen Bedeutung des Zwischenknorpels, welche sich nach meinen obigen Auseinandersetzungen für mich ergeben hat, scheint mir dies recht gut zu harmonieren. Da, wie ich gezeigt zu haben glaube, die schleifende Bewegungsweise der Endballen, welche ja dem Vorhandensein des Zwischenknorpels ihre Möglichkeit verdankt, sehr wichtig für den Haftvorgang der Laubfrösche ist, so wäre dessen besondere Entwickelung gerade bei diesen Formen leicht verständlich. Damit aber ist dann auch der Grund einer bedeutenderen Entwickelung des Zwischengelenkknorpels zwischen letzter und vorletzter Phalanx wie mir scheint hinreichend aufgeklärt.

Würzburg, den 20. April 1891.

ARBEITEN

AUS DEM

ZOOLOGISCH-ZOOTOMISCHEN INSTITUT

IN

WÜRZBURG.

HERAUSGEGEBEN

VON

PROF. DR. CARL SEMPER UND DR. AUGUST SCHUBERG.

ZEHNTER BAND.

ZWEITES HEFT.

MIT EINEM PORTRÄT C. SEMPER'S IN PHOTOGRAVÜRE UND FÜNF LITHOGRAPHIERTEN TAFELN.

WIESBADEN.

C. W. KREIDEL'S VERLAG.

1895.

Indem ich in diesem Hefte die letzten Arbeiten, die noch zu Professor Semper's Lebzeiten in seinem Institute ausgeführt oder begonnen wurden, der Öffentlichkeit übergebe, fühle ich mich veranlasst, sowohl im Interesse der Herren Dr. Kathariner und Dr. van Bömmel, wie in meinem eigenen Namen einige Worte voraus zu bemerken.

Durch den wiederholten Wechsel meiner äusseren Verhältnisse, wie durch mehrfache anderweitige Verpflichtungen, die meine Zeit in aussergewöhnlichem Maasse in Anspruch nahmen, wurde die Herausgabe des vorliegenden Heftes, das zum grössten Teile schon seit längerer Zeit fast fertiggestellt vorlag, ausserordentlich verzögert. Aus diesem Grunde ging es leider nicht mehr an, einige inzwischen erschienene Arbeiten in den nachfolgenden Aufsätzen zu berücksichtigen, wofür ich im Namen der Herren Dr. Kathariner und Dr. van Bömmel, sowie in meinem eigenen um Nachsicht bitten möchte!

Heidelberg, den 10. Dezember 1894.

Dr. A. SCHUBERG.

INHALTS-VERZEICHNIS.

Titelblatt und Inhaltsverzeichnis zum X. Band befinden sich am Schlusse des Textes vorliegenden Heftes.



CARL SEMPER.

VON

Dr. AUGUST SCHUBERG.



Carl Gottfried Semper wurde am 6. Juli 1832 zu Altona als Sohn des Fabrikanten Johann Carl Semper geboren. Sein Vater, der hochbetagt starb, war ein Bruder des berühmten genialen Architekten und Aesthetikers Gottfried Semper.

Seine Jugend verbrachte Semper in seiner Vaterstadt, wo er das Gymnasium bis Sekunda besuchte, um dann 1848 in die von der schleswig-holstein'schen „provisorischen Regierung" gegründete Seekadettenschule in Kiel einzutreten. Da die Ungunst der Verhältnisse indessen für diese Schule wenig verlockende Aussichten bot, verliess er sie bald wieder und trat als Freiwilliger bei der Artillerie ein. Als solcher machte er den kurzen Feldzug gegen die Dänen mit, in welchem er die Feuertaufe erhielt. Nach Beendigung des Feldzuges, der bekanntlich Schleswig-Holstein vollständig unter dänische Herrschaft brachte, versuchte er in die junge preussische Marine einzutreten, was ihm indessen abgeschlagen wurde. Da ihm somit die seemännische Karriere verschlossen war, blieb nichts anderes übrig, als einen andern Beruf zu ergreifen. Er wählte, wohl unter dem Einflusse des väterlichen Rates, das Studium der technischen Wissenschaften und studierte zu diesem Zwecke während der Jahre 1851—1854 auf der polytechnischen Schule zu Hannover. Indessen vermochte der Beruf des Technikers Semper's Interesse nicht dauernd zu fesseln; die Lust zu wandern, der Drang in die weite Welt, der ihn zum Seemannsberuf gezogen hatte, lebte von neuem auf und war es wohl in erster Linie, was ihn zum Studium der Naturwissenschaften aufmunterte. Denn noch in späteren Jahren hat er es für eine der schönsten Seiten der Naturwissenschaft gehalten, dass sie, wie er meinte, darauf dränge, dass der einzelne Forscher sich hinausbegebe, um die Natur auch in andern Verhältnissen, als nur in den heimischen, kennen zu lernen. Damit war

schon eines der Gebiete vorgezeichnet, auf denen Semper seine hervorragendsten Erfolge erzielen sollte.

Das Studium auf der Universität Würzburg (1854—1856), wo er vor allem unter den Augen von Kölliker, Leydig und Gegenbaur seine erste wissenschaftliche Anleitung erhielt, führte ihn freilich vorerst in andere Gebiete. Vergleichende Morphologie und Histologie, in die er hier hauptsächlich eingeführt wurde, beschäftigten ihn zunächst, und die vielversprechenden Förderungen, welche diese Wissenschaften gerade zu jener Zeit auf der Würzburger Hochschule durch die genannten Lehrer Semper's erfuhren, lassen es begreiflich erscheinen, dass er auch für diese Zweige der Zoologie Interesse gewann: ein Interesse, das nicht vorübergehend war, sondern sich als ein neues Element der früheren und in erster Linie antreibenden Neigung auf die Dauer beigesellte. Und auch auf diesem Gebiete, dem der morphologischen Forschung, sollte denn später Semper nicht mindere Verdienste erringen, als er sich solche als naturwissenschaftlicher Forschungsreisender errungen hat.

Nach Absolvierung seiner Studien in Würzburg verbrachte er den Herbst 1856 in Triest. Am 20. Dezember des gleichen Jahres ward er auf Grund seiner bereits früher eingereichten Dissertation an der Universität Würzburg zum Doctor philosophiae promoviert. Seine Dissertation: „Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pulmonaten“, welche unter Leitung seines Lehrers Kölliker entstanden war, zeigt ebenso, wie die Thesen, welche bei der Promotion verteidigt wurden, und einige weitere kleinere Arbeiten aus jener Zeit, dass sich Semper damals besonders mit morphologischen und vor allem mit vergleichend histologischen Fragen beschäftigte.

Im Jahre 1857 setzte Semper teils in Würzburg, teils an der Kieler Hochschule seine Studien fort, um sodann im November desselben Jahres eine grössere Rundreise durch Deutschland, Frankreich, Spanien und die Niederlande anzutreten, von der er erst Anfang Juni 1858 nach Altona zurückkehrte.

Zweck dieser Reise war — nach seinen eigenen Worten —: „teils Studien in Museen und Bibliotheken zu treiben, teils auch Gefährten zu suchen, die bereit wären, sich mit ihm zu einer grösseren naturwissenschaftlichen Reise zu verbinden“. Denn jetzt sollte endlich — dank dem verständnisvollen Eingehen eines liberalen Vaters auf die Pläne eines selbständig denkenden Sohnes — dessen heissester

und lange im Herzen getragener Wunsch in Erfüllung gehen: er sollte die Natur der Tropen aus eigener Anschauung kennen lernen, die verschwenderische Fülle von Formen, die gar viele und merkwürdige Forschungsergebnisse erwarten liess, zum Gegenstande eigener eingehender Studien machen dürfen. Als Ziel der Reise wurde — auf den Rat eines väterlichen Freundes — die Inselgruppe der Philippinen bestimmt, und, da es nicht gelungen war, Genossen zu finden, so entschloss sich Semper, die Reise allein zu unternehmen.

Es war wohl nicht nur die Erwartung, besonderen Gewinn hieraus für seine wissenschaftlichen Absichten zu erzielen, sondern vielleicht auch noch etwas die alte Freude am Seemannsberufe, die ihn veranlasste, die Reise nach den Philippinen auf einem Segelschiffe zurückzulegen. Am 20. Juni 1858 verliess er Hamburg auf dem Kauffahrteifahrer „Conradine Lackmann", um nach einer zum Teil sehr stürmischen Reise um das Kap der guten Hoffnung und nach kurzem Aufenthalte in Singapore und in China, im Dezember 1858 in Manila einzutreffen. Die Ausbeute während der Seereise war allerdings eine sehr geringe; mit um so grösserer Freude ging daher Semper bei seiner Ankunft in Manila an die Arbeit.

Das erste halbe Jahr etwa benutzte er vor allem dazu, um sich über Land und Leute zu orientieren und um der Landessprache Herr zu werden; seine zoologischen Exkursionen bewegten sich daher zunächst nur in der näheren Umgebung von Manila. Erst im August 1859 wurde die erste grössere Reise — nach dem Süden der Philippinen — in Angriff genommen. Während eines siebenmonatlichen Aufenthaltes in der Umgebung von Zamboanga und auf Basilan beschäftigte er sich, neben seinen zoologischen und anderen naturwissenschaftlichen Studien, auch mit der anthropologischen und ethnographischen Erforschung der dort wohnenden muhamedanischen Malayen. Im März 1860 nach Manila zurückgekehrt, begann er bereits im April des gleichen Jahres eine zweite grössere Reise, die ihn nach dem Nordosten der Insel Luzon führte; hier hatte er neben vielfachen zoologischen Studien Gelegenheit, die heidnischen Malayenstämme kennen zu lernen und ebenfalls in anthropologischer und ethnographischer Hinsicht neue und schätzbare Erfahrungen zu sammeln. Eine heftige Erkrankung an Wechselfieber und Ungunst der Jahreszeit zwangen zu einer vorzeitigen Beendigung dieser Reise.

Auch eine zweite, im April 1861 nach dem Norden von Luzon angetretene Reise musste infolge heftiger Erkrankung — an Dysenterie — im November unterbrochen werden. In Manila, wohin Semper zurückkehrte, fand er eine liebevolle Pflegerin in seiner Braut, Anna Hermann aus Hamburg, die er in Manila kennen gelernt und mit der er sich dort verlobt hatte.

Der Rat des behandelnden Arztes, zur völligen Wiederherstellung der höchst angegriffenen Gesundheit eine Seereise zu unternehmen, sollte Semper zur Erfüllung eines schon länger gehegten Wunsches bringen, dessen Befriedigung allerdings, wie sich nachher ergab, mancherlei und schwere Gefahren in sich barg, andererseits aber auch wertvolle wissenschaftliche Früchte zeitigte.

Ein Kapitän Woodin, der auf der westlichsten Gruppe der Karolinen, den Palau-Inseln, Trepanghandel trieb, war im Begriffe, mit seinem Schiffe zu einem auf 4—5 Monate berechneten Aufenthalte dorthin auszulaufen. Mit Freuden ergriff Semper die dadurch gebotene Gelegenheit, die Koralleninseln des Stillen Oceans aus eigener Anschauung kennen zu lernen und schloss sich, begleitet von einem Diener und einem jungen Mestizen, einem angehenden Maler, dieser Expedition an.

Aber schon bald nachdem der kleine Schoner — am 31. Dezember 1861 — den Hafen von Manila verlassen hatte, begannen die ersten Gefahren, welche diese Reise zu einer der mühseligsten von Semper's Tropenfahrten machen sollten. Denn schon in den ersten Tagen wurde das alte Fahrzeug so leck, dass mehrmals und an verschiedenen Inseln angelaufen werden musste, um dasselbe nur auf das Notdürftigste seetüchtig zu erhalten. Als das Schiff aber gar bei der Reise auf dem freien Ocean mit starken Meeresströmungen und immer heftiger wütenden Stürmen zu kämpfen hatte und mehr und mehr Wasser aufnahm, da war die angestrengteste Thätigkeit aller Insassen, selbst des Kapitäns und der Passagiere notwendig, um das Schlimmste zu vermeiden.

Am 22. März endlich kam die südlichste Insel der Palau-Gruppe in Sicht und am 25. März erfolgte die Landung im Hafen des Dorfes Aibukit auf der Insel Babelthaub.

Die erste Zeit benützte Semper zur Aufklärung gewisser kriegerischer Vorgänge, welche sich kurze Zeit vorher auf der Insel abgespielt hatten, und ihren Ursprung dem Konkurrenzneide eines

englischen Händlers verdankten. Da die Reparatur des Schiffes, mit dem Semper wieder zurückfahren wollte, voraussichtlich eine Dauer von mindestens 3—4 Monaten in Anspruch nehmen musste, so baute er sich mit Hilfe der Eingeborenen in der Nähe des Meeres ein seinen Zwecken entsprechendes Haus. Mit grosser Gewandtheit verstand er es auch hier, wie bereits früher bei seinen Reisen auf den Philippinen, mit den Eingeborenen, die mit Europäern nur sehr wenig in Berührung gekommen waren, bald in ein freundschaftliches Verhältnis zu kommen, jedoch so, dass sie ihn doch immer als einen besonders Hochgestellten achteten. Bald galt er den Eingeborenen als einer ihrer Vornehmen, als ein „Rupack", und die Freundschaft des „Era Tabatteldil", des Herrn von „Tabatteldil" — so hiess der Platz, wo sein Haus stand — war von ihnen gesucht und hochgeschätzt. Diese Stellung, die er unter den Eingeborenen einnahm, war nicht nur für seine zoologischen, sondern vor allem auch für seine anthropologischen und ethnologischen Studien von grösster Bedeutung. Mehrere, z. T. recht beschwerliche und gefahrvolle Exkursionen zur Erforschung der Korallenriffe, sowie die Erkundung der Sitten, Gebräuche, Sagen, Religions- und Sprachverhältnisse etc. wurden nur hierdurch ermöglicht.

Allerdings sollten die reichen wissenschaftlichen Ergebnisse — ganz abgesehen von den Gefahren, welche vielfach der Moment mit sich brachte — nicht ohne schwere Erfahrungen geborgen werden. Denn nachdem Semper bereits mehr als das Doppelte der ursprünglich geplanten Zeit auf den Inseln zugebracht hatte, konnte die Abreise noch immer nicht ins Werk gesetzt werden, da es seinem Kapitän noch nicht gelungen war, das alte baufällige Schiff wieder seetüchtig zu machen. Eine andere Gelegenheit zur Heimfahrt aber war — für Semper wenigstens — nicht vorhanden; und ebensowenig konnte er Nachrichten über seine Lage nach Manila gelangen lassen.

Als endlich, nach langem Harren, die Arbeiten am Schiffe ein glückliches Ende zu erreichen schienen, da nahm Semper von seinen „wilden" Freunden, die ihn schon zu den Ihren zu zählen begonnen hatten und nur sehr ungern scheiden sahen, Abschied, um noch die südlich von seinem Wohnort gelegene Insel Peleliu zu besuchen, von wo ihn sein Kapitän nach zwei Wochen abholen sollte. Aber nun begann erst recht eine schwere Zeit; denn aus den zwei Wochen wurden zwei Monate und an einer Rückkehr nach seinem früheren

Wohnort wurde er durch die Eingeborenen gehindert. Als das sehnsüchtigst erwartete Schiff endlich — am 26. Januar 1862 — ankam, da hatte Semper bereits angefangen, an dem Notwendigsten, an Kleidung, Schuhen u. s. w. not zu leiden. Ein Trost sollte es wenigstens für ihn sein, dass auch diese schlimme Zeit an interessanten wissenschaftlichen, insbesondere ethnologischen Ergebnissen reich war.

Nach seiner Rückkehr nach Manila — von wo man gerade bei seiner Ankunft ein Schiff auslaufen lassen wollte, um ihn zu suchen — feierte er seine Vermählung. Bald darauf begab er sich, zusammen mit seiner Gemahlin, nach der nördlich von Mindanao gelegenen Insel Bohol, von wo aus er noch im gleichen Jahre kürzere Expeditionen nach den anliegenden Inseln Cebú, Leyte und Mindanao unternahm. Mit reicher zoologischer Ausbeute kehrte er dann wieder nach Manila zurück.

Eine von Mai bis Dezember 1864 dauernde Reise nach dem Osten und ins Innere von Mindanao bildete den Abschluss seiner grösseren Touren auf den Philippinen, die er im Mai 1865 von Manila aus verliess. Nachdem er auf der Heimreise noch Hongkong, Saigon, Ceylon und Ägypten kurz berührt hatte, traf er im Juli 1865 in seiner Heimat Altona ein.

Nun galt es für ihn nicht nur, die reichhaltige Ausbeute seiner Reise zu bearbeiten, sondern auch in der Heimat eine Lebensstellung zu erringen.

Am 11. November 1865 richtete Semper ein Gesuch an die Philosophische Fakultät der Universität Würzburg behufs Zulassung als Privatdozent für Zoologie. Die Zulassung erfolgte ohne eine besonders zu diesem Zwecke abgefasste Habilitationsschrift, auf Grund seiner bis dahin veröffentlichten Schriften, und insbesondere auf Grund der im Jahre 1862 von der Utrechter Gesellschaft für Kunst und Wissenschaft mit dem ersten Preise gekrönten Arbeit: „Entwickelungsgeschichte der *Ampullaria polita,* nebst Mitteilungen über die Entwickelungsgeschichte einiger anderer Gastropoden aus den Tropen.“ Bei der am 24. Februar 1866 stattfindenden Verteidigung der aufgestellten Thesen opponierten die Professoren Leiblein, Kölliker und Sandberger; das Thema der Probevorlesung lautete: „Eine kurze Schilderung der Typen der tierischen Organisation im allgemeinen.“ — Im Sommersemester 1866 zeigte Semper seine erste

Vorlesung „über Zoologie und vergleichende Anatomie“ an; im Wintersemester 1866/67 las er über „Parasiten“.

Schon nach kurzer Zeit, am 24. Februar 1869, wurde er zum ausserordentlichen Professor mit einem Jahresgehalt von 800 Gulden ernannt; bald darauf, am 6. März, wurde ihm die Vertretung des erkrankten Professors Leiblein übertragen; und als dieser gestorben war, erhielt er am 13. August des gleichen Jahres seine Ernennung zum ordentlichen Professor und Direktor des Zoologischen Kabinets, unter Erhöhung seines Gehaltes auf 1200 Gulden.

Eine im Jahre 1870 erfolgte Berufung nach Göttingen lehnte Semper ab; in Anerkennung dessen erhielt er, ausser einer Gehaltserhöhung, als weiteres Nominalfach das der „vergleichenden Anatomie“ übertragen, sowie die Zusicherung, „dass zu einer Reorganisation des zoologischen Kabinets geschritten und diese in 5—6 Jahren durchgeführt werden solle“.

Semper's Vorgänger, J. Leiblein, war in seiner wissenschaftlichen Richtung durchaus ein Systematiker der vor-darwinischen Schule. Seine Hauptthätigkeit bestand in der Vergrösserung, Ordnung und Aufstellung des von seinem Amtsvorgänger, dem P. Bonavita Blank, gegründeten Zoologischen Kabinets, dem er anscheinend eine grosse Sorgfalt angedeihen liess, freilich in einer Weise, die mehr auf das Äussere, als auf den wirklich wissenschaftlichen Wert der Sammlung Nachdruck legte. Zu wissenschaftlichen Forschungen wurde diese Sammlung auch von Leiblein selbst kaum benutzt; sie bestand aus z. T. sehr schlecht präparierten Bälgen, aus Insekten, Conchylien und sehr wenigen und nicht sehr wertvollen Spirituspräparaten. Wirbellose Tiere — mit Ausnahme der genannten Formen — waren fast ebensowenig vorhanden, wie anatomische Präparate und Skelette. Die vergleichend anatomische Richtung der Zoologie war eben noch gar nicht zur Geltung gekommen und irgend welche praktische Unterweisung von Schülern auf diesen Gebieten war daher vollständig ausgeschlossen gewesen, wie es denn zu jener Zeit noch gar wenige „zoologische Institute“ im heutigen Sinne gegeben hat.

Aus dieser Sachlage ergab sich für Semper, der natürlich die moderne vergleichend morphologische Richtung der Zoologie nicht nur als Forscher, sondern auch als Lehrer vertreten wollte, die Notwendigkeit, für einen praktischen Unterricht überhaupt erst den

nötigen Raum zu schaffen, was ihm durch Umstellung der Sammlungen, die sich im alten Universitätsgebäude befanden, auch gelang. Es gelang ihm ferner, einige Mittel für seine Zwecke verfügbar zu bekommen und so notdürftig die ersten Anfänge zu einem „Zoologischen Institut“ anzubahnen. Die Anlage einer vergleichend anatomischen und Skelettsammlung wurde gleichzeitig in Angriff genommen. Dabei muss betont werden, dass er vielfach eigene Opfer nicht scheute, um seinem Zwecke näher zu kommen. Die Umänderung, die Semper dadurch in der Lehrthätigkeit des Fachzoologen herbeiführte, wurde am 9. Dezember 1871 durch Beschluss des akademischen Senates insofern anerkannt, als das ehemalige „Zoologische Kabinet“ zu einem „Zoologisch-zootomischen Institut“ erweitert wurde.

Bald begann sich eine Anzahl von Schülern um Semper zu scharen, die ihm ihre Unterweisung in der Zoologie und die Anleitung zu eigener Forschungsarbeit verdankten. Manche wertvolle Arbeit entstand unter seinen Augen und auf seine Anregung, z. T. auch direkt im Anschlusse an seine eigenen Forschungen, die er mit ungewöhnlichem Eifer und grossem Fleisse, neben seiner Thätigkeit als akademischer Lehrer, fortsetzte. Freilich fühlte er sich in beider Hinsicht, als Forscher sowohl wie als Lehrer, durch die ungenügenden Mittel und Räumlichkeiten seines Institutes eingeengt. Insbesondere war die Betreibung experimentell biologischer Studien fast völlig ausgeschlossen, was er um so schmerzlicher empfand, als er gerade diesen wenig gehegten Zweig der Zoologie, der vor allem von den Fachzoologen fast ganz vernachlässigt wurde, energischer in Angriff zu nehmen gedachte. Ein in einem Kellerraume notdürftig eingerichtetes Aquarium ermöglichte zwar, einige Arbeiten in dieser Richtung auszuführen, erwies sich indessen doch als zu ungenügend und ermutigte deshalb wenig zu weiteren Forschungen auf dem schwierigen Gebiete.

Insbesondere aus diesem Grunde, aber auch wegen des sonst höchst mangelhaften Zustandes der Institutsräumlichkeiten, war Semper mit grossem Eifer bestrebt, den Neubau eines eigenen zoologischen Institutes zu erlangen, was allerdings grosse Schwierigkeiten darbot. Denn obwohl die Universität bereits im Jahre 1875 einen von der Stadtgemeinde Würzburg erworbenen Bauplatz für die Errichtung eines zoologischen Institutes bestimmt hatte, konnte

der Bau noch lange nicht in Angriff genommen werden, da es nicht gelang, die Bewilligung der nötigen Mittel zu erhalten. Für den rasch vorwärtsstrebenden und energischen Geist Semper's war diese lange Verzögerung eine höchst schwere Probe, zumal er sich in seiner Lehr- und Forschungsthätigkeit beengt fühlte.

Mehrmals wurde Semper's Thätigkeit an der Würzburger Hochschule unterbrochen: zuerst im Jahre 1870. Die nationale Begeisterung, die ihn früher in die Reihen der Kämpfer gegen den Unterdrücker seiner engeren Heimat geführt hatte, liess ihn auch jetzt nicht zu Hause ruhen; mehrmals übernahm er die Leitung von Transporten von Lebensmitteln und Verbandzeug auf den Kriegsschauplatz, wobei seine charaktervolle Energie zu voller Entfaltung kam. Seine Thätigkeit wurde durch Verleihung der Kriegsdenkmünze für 1870/71 anerkannt.

Für seine wissenschaftliche Thätigkeit bedeutungsvoll war sein Aufenthalt auf Helgoland in den Jahren 1873 und 1874, sowie auf den Balearen, wo er im Jahre 1876 in Gemeinschaft einiger Schüler mehrere Monate zubrachte. Der Aufenthalt in Helgoland ist durch die grundlegenden Untersuchungen über die Exkretionsorgane der Haie von grösster Wichtigkeit geworden.

Im Jahre 1877 war es ihm vergönnt, auch einen Teil der neuen Welt aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Es war die ehrenvolle Aufforderung an ihn ergangen, in den Monaten Oktober bis Dezember dieses Jahres im Lowell-Institute zu Boston einen Cyklus von 12 Vorträgen zu halten, und er benützte diese Gelegenheit zu einer Reise bis nach dem Westen von Nord-Amerika. Aus diesen Vorträgen ging eines seiner bedeutendsten Werke, „die natürlichen Existenzbedingungen der Tiere“ hervor.

Die Hauptanziehung als akademischer Lehrer übte Semper wohl am Ende der 70er und Anfang bis Mitte der 80er Jahre aus.

Das Jahr 1887 sollte leider eine traurige Wendung in sein Leben bringen. Ein Schlaganfall, der den rüstigen Mann in die äusserste Lebensgefahr brachte, lähmte für die Zukunft den einst so hochstrebenden und mit seltener Energie begabten Geist. Zwar schien sich anfangs Semper's Gesundheitszustand in überraschend guter Weise wieder herzustellen, aber langsam und allmählich machte sich doch das Weiterschreiten des Krankheitsprozesses, der zu seinem Tode führen sollte, deutlicher bemerklich. Schonung liess sich frei-

lich Semper nicht angedeihen, so wenig er es früher jemals gethan, und wohl sicher zu seinem Schaden.

Aber eine Freude, die ihn noch über mancherlei andere trübe Erfahrungen seiner letzten Lebensjahre hinwegsetzte, sollte ihm doch noch beschieden sein.

Als endlich im Jahre 1887 der bayerische Landtag eine ansehnliche Summe zum Neubau eines zoologischen Instituts bewilligt hatte, da war es ihm wenigstens noch vergönnt, diesen in seinem Sinne auszuführen und ihn nicht nur am 2. November 1889 dem Gebrauche zu übergeben, sondern auch sich seiner Schöpfung noch einige Zeit zu erfreuen. Allerdings nahm seine Gesundheit bald darauf in dem Masse ab, dass er nicht mehr im stande war, selbst diejenigen Forschungen zu unternehmen, für welche er die Einrichtungen des neuen Instituts angelegt hatte, sondern dass er sogar zu Ende des Jahres 1892 um Dispensierung von seiner Thätigkeit als akademischer Lehrer nachsuchen musste. Die Ernennung des gegenwärtigen Leiters des zoologischen Institutes, am Beginne des Sommersemesters 1893, enthob ihn seiner Verpflichtungen; doch sollte ihm nur eine kurze Zeit des Ruhestandes vergönnt sein. Denn schon am 29. Mai 1893 brachte ihm — nach einem letzten halben Jahre voll niederdrückendster Sorgen und voll schweren körperlichen Leidens — ein sanfter Tod die von ihm selbst ersehnte Erlösung. —

Die litterarische Thätigkeit Semper's in einer kurzen Schilderung zusammenzufassen, wie es hier versucht werden soll, ist mit nicht geringen Schwierigkeiten verbunden.

Semper war, obwohl er sich natürlich mit einigen Gebieten besonders eingehend befasste und sie, wenigstens zeitweise, bevorzugte, vor allem frei von der Art „Spezialismus", wie sie leider mitunter gefunden wird und wie sie — allerdings mit grossem Unrecht — öfter der gesamten Naturwissenschaft zum Vorwurf gemacht wird. Es giebt wohl wenige Forscher, welche sich in solcher Weise mit den verschiedensten Gruppen des Tierreiches durch eigene Forschungen vertraut gemacht hätten, wie dies Semper gethan hat. Und in ebenso ausgedehnter Weise beschäftigte er sich mit den verschiedenartigsten Zweigen der Zoologie: Anatomie, Histologie, Em-

bryologie, Physiologie und allgemeine Biologie, Systematik und geographische Verbreitung — auf allen diesen verschiedenartigen Disziplinen hat er sich durch eigene Untersuchungen hervorgethan, sodass man wohl sagen kann, dass es wenige Gebiete der Zoologie giebt, die er nicht betreten hätte.

Dazu kommt dann noch ferner, dass er auch mit anthropologischen und ethnographischen Studien sich abgab und auch hier litterarisch thätig war.

Es ist ja nun freilich nicht zu leugnen, dass diese seltene Vielseitigkeit durch das lange Tropenleben Semper's in hohem Masse begünstigt wurde. Denn wenn man, wie er, in der Lage ist, durch einen Zeitraum von 7½ Jahren die an den mannigfaltigsten und interessantesten Tierformen überreiche Natur der Tropen, unbekümmert um äussere Umstände und ohne irgend welche Verpflichtungen, zu studieren, dann sind dies Verhältnisse, wie sie wohl nur wenigen Zoologen in gleichem Masse günstig gewesen sein dürften. Aber trotzdem muss anerkannt werden, dass er diese Zeit des glücklichsten und unabhängigsten Forschens auf den Philippinen in einer Weise ausgenutzt hat, die nicht nur für seine ausserordentliche Energie, sondern auch für ein von vornherein vielseitiges und gleichmässiges Interesse für alle Zweige der Zoologie Zeugnis ablegt. Und dass er dieses besessen hat, zeigt eben ferner auch seine spätere Thätigkeit, wo er sich wiederholt auf neue, von ihm früher noch nicht betretene Gebiete begab.

Den Ausgangspunkt für Semper's zoologische Studien bildeten vergleichend morphologische und histologische Untersuchungen, wie sie der von seinen Würzburger Lehrern vertretenen Richtung entsprachen. Seine ersten Arbeiten vor der Philippinenreise (1—7)[1] — vor allem auch seine Dissertation (1) — sowie die ersten Untersuchungen auf den Philippinen, die er zuerst in einigen „Reiseberichten" (8, 9, 14, 15) bekannt gab, bewegen sich in dieser Richtung.

Die Forschungen, die er auf den Philippinen anstellte, erstreckten sich auf äusserst zahlreiche und verschiedenartige Tiergruppen und gaben zu mehreren wichtigen Entdeckungen Anlass (12, 13, 16—19, 21—23, 35, 37, 67—69, 71). Von besonderem Interesse sind die

[1]) Die Zahlen beziehen sich auf die Nummern des Verzeichnisses von Semper's Schriften; vergl. pag. XIX—XXII.

Mittheilungen über die Entstehung der Korallenriffe (22, 24), über *Trochosphaera* (35) und über den Generationswechsel bei Steinkorallen (37).

Dass er bei dem sich darbietenden übergrossen Reichtum an Formen nicht widerstehen konnte, auch die spezielle Morphologie und Systematik einzelner Tiergruppen zum Gegenstand eigener Forschungen zu machen, kann nicht Wunder nehmen; und die Bearbeitungen seiner Reiseausbeute an Holothurien und Landmollusken zeigen, dass er dies mit Geschick und Erfolg gethan hat. Die in seinem grossen Reisewerke veröffentlichten Monographien über diese Formen (17, 31) werden noch für lange von grundlegender Bedeutung bleiben.

Auch die Beschäftigung mit tiergeographischen Fragen, die sich in mehreren späteren Werken (76, 84) kundgibt, dürfte wohl hauptsächlich durch die Philippinenreisen veranlasst worden sein. Vor allem aber gilt dies wohl hinsichtlich seines Interesses für allgemeine biologische Fragen, zu denen ihn sicherlich die Beobachtungen in den Tropen besonders angeregt haben — in gleicher Weise, wie dies bekanntlich bei Darwin und Wallace der Fall gewesen ist.

An dem Ausbau der von diesen beiden grossen britischen Naturforschern begründeten Descendenzlehre hat Semper lebhaften Anteil genommen und zwar nicht nur in der Weise, dass er in einzelnen Schriften selbst einige Fragen der Lösung näher zu führen suchte (77, 78), sondern ferner auch durch objektive Kritik, indem er einige auf dem neubefruchteten Gebiete allzu üppig wuchernde Schösslinge auf das richtige Mass zurechtzuschneiden versuchte (39, 40, 43, 45, 61—63).

Vor allem waren es zwei Werke, durch welche Semper die durch den Darwinismus angeregten Fragen förderte.

Das eine davon — richtiger gesagt, die eine Reihe von zusammengehörigen Abhandlungen (48—51, 53, 55, 56, 59, 60, 64, 66, 70, 74, 75) — suchte die Descendenzlehre insofern zu festigen, als der Versuch gemacht wurde, eine grosse Kluft auszufüllen, deren Überbrückung für die Begründung der Descendenzlehre notwendig erschien.

Eine wichtige Entdeckung, die Semper fast gleichzeitig mit dem englischen Embryologen Balfour machte, war die Beobachtung, dass bei Haifischen und zwar nicht nur bei Embryonen, sondern

auch bei ausgewachsenen Tieren, Segmentaltrichter vorkommen. Diese Thatsache schien Semper eine grosse Übereinstimmung im Bau des Urogenitalsystems der Wirbeltiere mit dem der Anneliden darzuthun und er glaubte nun die Brücke gefunden zu haben, die von dem Typus der Wirbeltiere zu den Wirbellosen zu schlagen sei. Er verhehlte sich freilich von Anfang an keineswegs die Schwierigkeiten, die sich seiner Theorie der Abstammung der Wirbeltiere von gegliederten Würmern entgegenstellten; aber überzeugt von der Richtigkeit seiner Anschauung suchte er dieselbe nach jeder Richtung zu festigen. So entsprang, im konsequenten Ausbau der auf die erstgefundene Beobachtung gegründeten Theorie, eine Reihe von Untersuchungen, in welchen er die Übereinstimmung im Bau der Wirbeltiere und Gliederwürmer auch noch für andere Organsysteme als den Urogenitalapparat nachzuweisen suchte, und in welchen er einige höchst wichtige Probleme der tierischen Morphologie, vor allem das der Segmentierung, der Knospung und Strobilation etc., sowohl durch eigene Beobachtungen, wie durch eingehende logische Zergliederung wesentlich förderte.

Es ist Semper nicht gelungen, mit seiner Anschauung von der Abstammung der Wirbeltiere zu allgemeiner Anerkennung durchzudringen; er hat indessen durch die in seinen diesbezüglichen Werken niedergelegten Beobachtungen und Betrachtungen nicht nur für die berührten speziellen Gebiete, sondern auch für die allgemeinen Fragen einen ausserordentlich anregenden Einfluss auf die weitere Entwickelung der berührten Probleme ausgeübt. Von den hierher gehörigen speziellen Untersuchungen sind in erster Linie diejenigen über die Urogenitalorgane der Haie und die über die Knospungsvorgänge bei Würmern von bleibendem Werte. —

Das zweite Werk, durch das Semper die durch Darwin neu angeregten Probleme der Zoologie förderte, ist sein Buch über „Die natürlichen Existenzbedingungen der Tiere“ (84), das wie früher erwähnt, aus den im Jahre 1877 in Amerika gehaltenen Vorlesungen hervorgegangen ist.

Der Grundgedanke, von dem er in diesem Werke ausgeht, ist der, dass man endlich einmal anfangen müsse, der Darwin'schen Lehre dadurch eine weitere, festere Grundlage zu verleihen, dass man das Wesen der Begriffe, mit denen sie operiere, auf experimentellem Wege näher zu begründen versuche. Als Ausgangspunkt

hierfür erschien ihm die Variabilität der Organismen am geeignetsten zu sein, da man hier am ehesten hoffen könne, durch exakt angestellte Untersuchungen die Einwirkung bestimmter Ursachen festzustellen. Um diese Aufgabe vorzubereiten, sei in erster Linie eine Sammlung und Sichtung des vorhandenen Materials notwendig. Diese giebt er denn auch, indem er den Einfluss der verschiedenen äusseren Bedingungen auf die lebenden Organismen ermittelt. Indessen ist das ausserordentlich anregend geschriebene Buch durchaus keine Kompilation. Denn abgesehen davon, dass der Gegenstand vielfach durch neue Ideen durchdrungen und gefördert wird, ist eine sehr grosse Menge von eigenen biologischen Beobachtungen, die grösstenteils auf seine Reiseerfahrungen zurückzuführen sind, darin enthalten. Besonders bemerkenswert ist im Speziellen die Darstellung seiner schon früher an anderer Stelle begründeten Theorie über den Bau und die Entstehung der Korallenriffe, die zum grossen Teil eine mühsam erworbene Frucht seines Aufenthaltes auf den Palau-Inseln darstellt. —

Ausser den in Vorstehendem besprochenen, grösstenteils grundlegenden Schriften hat Semper die Zoologie noch um eine ganze Reihe kleinerer Arbeiten bereichert, die meistens mehr ins Einzelne gehende Probleme berühren und deren genauere Schilderung hier wohl übergangen werden kann; das Angeführte dürfte wohl auch genügen, um den Charakter Semper's als zoologischer Schriftsteller in grossen Zügen anzudeuten.

Einen Teil seiner eigenen Arbeiten hat er zusammen mit Arbeiten seiner Schüler in der vorliegenden Zeitschrift herausgegeben. Die Zahl von 10 Bänden, die erreicht worden ist, zeigt wohl deutlich, dass Semper in reichem Masse zu eigenem Forschen anzuregen vermochte. —

Aber auch noch auf anderem Gebiete ist Semper litterarisch thätig gewesen. Seine Reisen auf den Philippinen führten ihn sehr oft in Gegenden, die vorher nur sehr wenig von Europäern betreten worden waren und deren anthropologische und ethnographische Kenntnis noch mehr oder weniger in den Anfängen lag. So war es denn nur natürlich, dass er auch diese Dinge mit zum Gegenstande seiner Forschung machte, und in der That dankt man ihm auch in genannter Hinsicht manche wertvolle Aufklärung. Wenn man von einigen einzelnen Aufsätzen (10, 11) absieht, sind es insbesondere zwei

Schriften, die wertvolle Zeugnisse für diese Seite seiner wissenschaftlichen Thätigkeit abgeben: Die erste derselben „Die Philippinen und ihre Bewohner“ (24) beschäftigt sich besonders mit den geographischen und ethnologischen Verhältnissen der Inselgruppe, die zweite, „Die Palau-Inseln im Stillen Ocean“ giebt eine höchst wertvolle abgerundete Darstellung der gesamten, höchst interessanten ethnologischen und geographischen Verhältnisse der Palau-Inseln, die um so wertvoller ist, als vorher fast gar nichts über dieselben bekannt gewesen war.

Das Interesse Semper's für ethnographische und anthropologische Forschung, wie die Anerkennung, die er als Forscher auch auf diesen Gebieten gefunden hat, wird auch dadurch bekundet, dass er vom Jahre 1869 an unter die Zahl der Herausgeber des von Ecker und Lindenschmid begründeten „Archiv's für Anthropologie“ eintrat. —

Subjektiv und unmittelbar lohnender als litterarische Produktion ist vielleicht noch die akademische Lehrthätigkeit, wenigstens dann, wenn talentvolle Schüler dem Lehrer eine Gewähr dafür bieten, dass das, was er gewollt, auch über die Dauer seines eigenen Lebens hinaus in gleicher Weise weiter gehegt und gepflegt werden wird. Auch in dieser Hinsicht durfte Semper in späteren Jahren auf eine gesegnete und ruhmreiche Thätigkeit zurückblicken.

Semper hat es verstanden, eine selten stattliche Zahl dankbarer Schüler an sich zu ketten. Vor allem war es die Art und Weise, wie er dem Schüler gegenübertrat, die diesen anziehen musste. Auch in dem jüngeren noch Belehrung suchenden Fachgenossen achtete er schon den selbständig denkenden Kollegen; kollegial und freundschaftlich war demgemäss der Verkehr, den er mit seinen Schülern pflegte und der sich durchaus nicht nur auf die Stunden des offiziellen Lehrens und Lernens beschränkte. Die Schüler des Würzburger Institutes bildeten zu der Zeit, da Semper auf der Höhe seiner Lehrthätigkeit stand, eine Familie, deren Haupt er bildete. Dabei verstand er es aber in mustergültiger Weise, nicht nur den individuellen Zügen des Einzelnen gerecht zu werden, sondern, was beinahe noch wichtiger war, jeden Einzelnen zur Ausbildung seiner eigenen Individualität, d. h. zur Selbständigkeit anzuregen. Semper hat dadurch, obwohl er viele Schüler hatte, im eigentlichen Sinne des Wortes keine Schule gebildet. Denn das „jurare in verba magistri“ war bei ihm nicht Grundsatz und er war sich selbst zu sehr seiner eigenen

Selbständigkeit bewusst, als dass er diese an anderen geringer geschätzt hätte, als an sich selbst. —

Die Erfolge Semper's als Lehrer hängen — wie das ja ganz natürlich ist — auf's Engste mit der Eigenartigkeit seines persönlichen Charakters zusammen.

Als Grundzüge seines Charakters aber muss man in erster Linie das Bedürfnis nach Selbständigkeit und das Vertrauen auf die eigene Kraft bezeichnen; sie befähigten ihn dazu, seine Tropenreisen, welche nicht gewöhnliche zoologische Sammelexkursionen, sondern z. T. recht schwierige und gefährliche Forschungsreisen gewesen sind, auszuführen, sie charakterisieren seine Thätigkeit als wissenschaftlicher Schriftsteller, sie befähigten ihn schliesslich nicht zum Geringsten zu dem hervorragenden Einfluss, den er als Lehrer ausgeübt hat. Denn dem Lernenden gegenüber, der den Wert des Lehrers mehr nur dem Gefühl nach und vor allem in subjektiver Weise empfindet, ist der persönliche Eindruck von nicht geringerer Wichtigkeit, als die rein objektive wissenschaftliche Bedeutung. Beides aber vereinigte sich bei Semper in harmonischer Weise. Man empfand, wenn man ihm gegenübertrat, unmittelbar, dass man es mit einem hervorragenden und selbständig denkenden Manne zu thun hatte. In gleicher Gestalt wird er aber nicht nur im Herzen seiner dankbaren Schüler, sondern auch in der Geschichte der Wissenschaft lebendig bleiben.

Das diesem Lebensabriss beigegebene Porträt Semper's wurde nach einem in seinen letzten Lebensjahren von Fräulein Maria Lübbes ausgeführten Ölgemälde, mit freundlicher Genehmigung der Künstlerin, durch J. B. Obernetter in München in Photogravüre hergestellt.

Verzeichnis von Semper's Schriften.

1. Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pulmonaten (Dissertat.). In: Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. 1856.
2. Über die Bildung der Flügel, Schuppen und Haare bei den Lepidopteren. Ibid. VIII. 1856.
3. Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Gattung *Myzostoma*. Ibid. IX. 1857.
4. Lettre sur le *Cyphonautes compressus*. In: Bull. Acad. Brux. 2 Sér. T. III. 1857.
5. Zum feineren Bau der Molluskenzunge. In: Zeitschr. f. wiss. Zool. IX. 1858.
6. Über die Entwickelung der *Eucharis multicornis*. Ibid. IX. 1858.
7. Zoologische Notiz (Ueber die Polypen der *Cephea tuberculata*). In: Arch. f. Naturgesch. 24. Jahrg. 1858.
8. Reiseberichte. I. In: Zeitschr. f. wiss. Zool. X. 1859.
9. „ II. Ibid. XI. 1860.
10. Reise durch die nordöstlichen Provinzen der Insel Luzon. In: Zeitschr. f. allgem. Erdkunde N. F. Band X. 1861.
11. Reise durch die nördlichen Provinzen der Insel Luzon. In: Zeitschr. f. allgem. Erdkunde N. F. Band XIII. 1862.
12. Entwickelungsgeschichte der *Ampullaria polita* Deshayes nebst Mitteilungen über die Entwickelungsgeschichte einiger anderer Gastropoden aus den Tropen. In: Natuurkund. Verhandel. Utrechtsch Genootsch. van Kunsten en Wetensch. Utrecht 1862.
13. Einige Worte über *Euplectella aspergillum* Owen und seine Bewohner. In: Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 33. 1867.
14. Reiseberichte. III. In: Zeitschr. f. wiss. Zool. XIII. 1863.
15. „ IV. Ibid. XIV. 1864.
16. Über einige tropische Larvenformen. Ibid. XVII. 1867.
17. Holothurien. (Reisen im Archipel der Philippinen: II. Teil; Wissenschaftliche Resultate. I. Band.) Leipzig 1868.
18. Some remarkes on the New Genus *Macrobrachium* of Mr. Spence Bate. In: Proceed. Zool. Soc. London 1868.
19. *Ophiocrinus*, eine neue Comatuliden-Gattung. In: Arch. f. Naturgesch. 34. Jahrg. Band I. 1868.
20. Holothurien aus Ost-Afrika (von der Decken's Reisen in Ost-Afrika. Band III. 1. Abt. 1869).

21. Über neue Kieselschwämme von den Philippinen. In: Verhandl. der Phys. Med. Ges. Würzburg. N. F. Band I. 1869.
22. Über Entstehung der Korallenriffe. Ibid.
23. Über die Gattung *Rhopalodina*. Ibid.
24. Die Philippinen und ihre Bewohner. Würzburg 1869.
25. Eine neue Testacellidengattung in Australien. In: Zeitschr. f. wiss. Zool. Band XIX. 1869. (Auch in: Nachrichtsbl. d. deutsch. Malak. Ges. 1. Jahrg. 1869.)
26. Zur Kenntnis von *Gibbulina*. In: Nachrichtsbl. d. deutsch. Malak. Ges. 1. Jahrg. 1869.
27. Zur Anatomie der *Glandina algira* Brug. Ibid. 1. Jahrg. 1869.
28. Nochmals *Rhytida inaequalis*. Ibid. 1. Jahrg. 1869.
29. Hoffentlich zum letzten Mal *Rhytida inaequalis*. Ibid. 2. Jahrg. 1870.
30. *Rhytida Strangei* eine Testacellide. Ibid. 2. Jahrg. 1870.
31. Landmollusken. (Reisen im Archipel der Philippinen: II. Teil; Wissenschaftliche Resultate. III. Band). Wiesbaden 1870—93.
32. Die Kiefer von *Philomycus carolinensis* Bosc. und *australis* Bergh. In: Nachrichtsbl. d. deutsch. Malak. Ges. 3. Jahrg. 1871.
33. Australische Testacelliden. Ibid. 3. Jahrg. 1871.
34. Über Stoliczka's Untersuchungen indischer Landschnecken. In: Malakozool. Blätt. 19. Band. 1872.
35. Zoologische Aphorismen. In: Zeitschr. f. wiss. Zool. XXII. 1872.
36. Über das Wachstum von *Lymnaeus stagnalis*. Vorläufige Mitteilung. In: Verhandl. d. Phys. Med. Ges. Würzburg. N. F. 3. Band. 1872.
37. Über Generationswechsel bei Steinkorallen und über das M. Edwards'sche Wachstumsgesetz der Polypen. In: Zeitschr. f. wiss. Zool. XXII. 1872.
38. Die Palau-Inseln im Stillen Ocean. Leipzig 1873.
39. Kurze naturwissenschaftl. Bemerkungen zu Herrn Huber's Kritik von Strauss' neuestem Buche. In: Beil. z. Allg. Ztg. vom 16. Jan. 1873.
40. Ein letztes Wort. Ibid. 5. Febr. 1873.
41. Das zoologisch-zootomische Institut der Universität Würzburg. In: Arb. a. d. zool.-zoot. Inst. Würzburg. I. 1874.
42. Über Pycnogoniden und ihre in Hydroïden schmarotzenden Larvenformen. Ibid. I. 1874.
43. Kritische Gänge. I. Morphologische und physiologische Untersuchungsmethoden. Ibid. I. 1874.
44. Über die Wachstumsbedingungen des *Lymnaeus stagnalis*. Ibid. I. 1874.
45. Kritische Gänge. II. Zoologie und vergleichende Anatomie.
„ „ III. Die Keimblättertheorie und die Genealogie der Tiere. Ibid. I. 1874.
46. Kurze anatomische Bemerkungen über *Comatula*. Ibid. I. 1874.
47. Über die Entstehung der geschichteten Cellulose-Epidermis der Ascidien. Ibid. II. 1874.
48. Über die Stammverwandtschaft der Wirbeltiere und Anneliden. In: Centralbl. f. med. Wissensch. 1874. No. 35.
49. Segmentalorgane bei ausgewachsenen Haien. Ibid. 1874. No. 52.

50. Das Urogenitalsystem der höheren Wirbeltiere erklärt durch das der Plagiostomen. Ibid. 1874. No. 59/60.
51. Die Stammverwandtschaft der Wirbeltiere und Wirbellosen. In: Arb. a. d. zool.-zoot. Inst. Würzburg II. 1874.
52. Bemerkungen über den Apparat zum Halten von niederen Seetieren. In: Zool. Gart. Band XV. 1874.
53. Kurze Bemerkungen über die Entstehungsweise der Müller'schen und Wolf'schen Gänge. In: Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1875. No. 29.
54. Über die Goette'sche Discontinuitätslehre des organischen Lebens. In: Arb. a. d. zool.-zoot. Inst. Würzburg. II. 1875.
55. Bildung und Wachstum der Keimdrüsen bei den Plagiostomen. In: Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1875.
56. Über das Urogenitalsystem der Plagiostomen und seine Bedeutung für das der übrigen Wirbeltiere Ibid. II. 1875. (Erschien auch zusammen mit No. 51 in separater Ausgabe unter dem Titel: Die Verwandtschaftsbeziehungen der gegliederten Tiere. Würzburg 1875.)
57. Lettre à M. H. de Lacaze-Duthiers. In: Arch. de zool. exp. et gén. IV. 1875.
58. On the Embryogeny of the Rhizozephala. In: Ann. Mag. Nat. Hist. 4. Sér. Vol. 15. 1875.
59. Die Identität im Typus der Gliederwürmer und Wirbeltiere. Vorl. Mitteilung. In: Verh. d. Würzb. Phys. Med. Ges. N. F. IX. 1876.
60. Die Verwandtschaftsbeziehungen der gegliederten Tiere. III. Strobilation und Segmentation. In: Arb. a. d. zool.-zoot. Inst. Würzburg. III. 1876.
61. Der Haeckelismus in der Zoologie. Hamburg 1876.
62. Die Grenzen und die Deduktion in der Zoologie. In: „Das Ausland". 1876.
63. Offener Brief an Herrn Professor Haeckel in Jena. Hamburg 1877.
64. Über die morphologische Identität des Nervensystems und den allgemeinen Bautypus bei Wirbeltieren und Wirbellosen. In: Verh. d. Phys. Med. Ges. N. F. Band X. 1877.
65. Einige Bemerkungen über die Nephropneusten von Ihering. In: Arb. a. d. zool.-zoot. Inst. Würzburg. III. 1877.
66. Beiträge zur Biologie der Oligochaeten. In: Arb. a. d. zool.-zoot. Inst. Würzburg. IV. 1877.
67. Über die Entwickelung der Rückenaugen von *Onchidium.* In: Verh. d. Phys. Med. Ges. Würzburg. N. F. XII. Band 1878. Sitz.-Ber. f. 1876—77.
68. Über Schneckenaugen vom Wirbeltiertypus, nebst Bemerkungen über einige andere histologische Eigentümlichkeiten verschiedener Cephalophoren. In: Arch. f. mikrosk. Anat. 1877.
69. Über Sehorgane vom Typus der Wirbeltieraugen auf dem Rücken von Schnecken. (Ergänzungsheft zum III. Band der Reisen im Arch. der Philippinen.) Wiesbaden 1877.
70. Sind die Segmentalorgane der Anneliden homolog mit denen der Wirbeltiere? In: Morpholog. Jahrb. Band IV. 1878.
71. Über die Lunge von *Birgus latro.* In: Zeitschr. f. wiss. Zool. XXX. 1878.
72. Über eine Methode, Axolotl-Eier jederzeit zu erzeugen. In: Zool. Anz. Band I. 1878.

73. Die systematische Stellung von *Pfeifferia.* In: Nachrichtsbl. d. deutsch. Malak. Ges. X. Jahrg. 1878.

74. Zur Wahrung meines prinzipiellen Standpunkts. Erwiderung auf Herrn Prof. Fürbringer's Artikel „Über die Homologie etc." In: Morphol. Jahrb. Band V. 1879.

75. Herr Prof. Fürbringer als Philosoph. In: Arb. a. d. zool.-zoot. Inst. Würzburg. Band V. 1879.

76. Über die Aufgaben der modernen Tiergeographie. In: Samml. gemeinv. wiss. Vorträge. (Virchow.) H. 322. 1879.

77. Über die Abstammung der Organismen. In: Monatsbl. d. wiss. Clubs in Wien. Jahrg. I. 1879.

78. Über die Anwendbarkeit der monophyletischen und polyphyletischen Abstammungs-Hypothese. In: Vierteljahrsschrift f. wiss. Philos. IV. 1880.

79. Einige Bemerkungen über den Kalksack des Samenleiters der Zonitiden. In: Nachrichtsbl. d. deutsch. Malak. Ges. 1880.

80. Anatomische Beschreibung von *Caracollus marginella.* Ibid. 1880.

81. Anatomische Beschreibung von *Helicophanta magnifica* Fér. In: Nachrichtsbl. d. deutsch. Malak. Ges. 1880.

82. Über eine chamoisfarbene Spielart der Hausmaus. In: Zoolog. Garten. 1880.

83. Mein Amselprozess, die Amsel-Fanatiker und der Vogelschutz. Würzburg 1880.

84. Die natürlichen Existenzbedingungen der Tiere. 2 Teile. Leipzig 1880. (Auch in englischer Übersetzung. London 1880.) (Internat. wissensch. Bibl. Band XXXIX.)

85. Neue Methode, anatomische Präparate herzustellen. In: Verh. d. Phys. Med. Ges. Würzburg. N. F. Band XV. 1881.

86. Bemerkungen zu Herrn Dr. Riehm's Notiz: Eine neue Methode der Trockenpräparation. In: Zool. Anz. Band V. 1882.

87. Zoologie und Anatomie. Eine Erwiderung auf Herrn von Kölliker's Rede: Die Aufgaben der anatomischen Institute. In: Arb. a. d. zool.-zoot. Inst. Würzburg. VII. 1884.

88. Über Brock's Ansichten über Entwickelung des Mollusken-Genitalsystems. Ibid. VIII. 1887.

89. Beobachtungen aus den Aquarien des neuen zoologischen Instituts. Ibid. X. 1891.

90. Über die Niere der Pulmonaten. Aus dem Nachlasse von Dr. C. Semper herausgegeben und ergänzt von Dr. H. Simroth. Wiesbaden 1894.

Notiz für den Buchbinder!

Der **zehnte** Band der

Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut

schliesst mit Heft 2 ab.

Titelblatt und Inhaltsverzeichnis zum zehnten Bande befinden sich am Schluss des vorliegenden Heftes.



DIE

GATTUNG GYRODACTYLUS v. NRDM.

VON

DR. L. KATHARINER,
ASSISTENT AM ZOOL.-ZOOT. INSTITUT ZU WÜRZBURG.

MIT TAFEL VII—IX.



Gyrodactylus elegans, zu den monogenetischen Trematoden gehörig und ein Ektoparasit unserer Süsswasserfische, wurde zuerst von Alexander v. Nordmann (39) beschrieben und den Cestoideen zugeteilt. Von der Organisation scheint v. Nordmann die Mundöffnung, einen Teil des Wassergefässsystemes, die Gabelungsstelle des Darmes und den Uterus gesehen zu haben, ohne indes dafür eine richtige Deutung zu geben. Ausserdem aber sah er am Bauche des Tieres vier kleine und zwei grosse Haken, die er als zum Geschlechtsapparat gehörend betrachtet. Während Creplin (13, 14) und Dujardin (18) die Kenntnis unseres Parasiten nicht wesentlich förderten, erkannte v. Siebold (44), dass die von v. Nordmann gesehenen „Bauchhaken" nicht dem Bauche des alten Tieres ansitzen, sondern dem Haftapparate eines in demselben liegenden Embryos angehörten, der seinerseits wiederum ein Junges in sich berge.

Diese höchst eigentümliche Entdeckung über die Fortpflanzungsverhältnisse bei *Gyrodactylus* fand ihre Bestätigung durch Wagener (50), wohingegen sie von van Beneden (3) dahin modifiziert wurde, dass zwar junge Tiere sich im Innern des alten befänden, dortselbst aber nicht wieder ihrerseits ineinander, sondern vielmehr nebeneinander lägen, mithin nicht im Verhältnis von Mutter und Tochter, sondern von Geschwistern zu einander ständen.

Dass v. Siebold ganz richtig beobachtet hatte und der Widerspruch van Benedens auf einem Irrtum beruhe, wurde gegen jeden Zweifel sicher gestellt durch eine zweite, sehr ausführliche Arbeit Wageners (51); in dieser wurde gleichzeitig nachgewiesen, dass der bisher nach dem Vorgange v. Siebolds als geschlechtslose „lebendig gebärende Amme" betrachtete *Gyrodactylus* sehr wohl entwickelte Geschlechtsorgane besitze, eine Thatsache, die ganz neuerdings v. Linstow (32) bestreitet, der *Gyrodactylus* als eine Larvenform auffasst, ohne indes hierfür sowie gegen die Richtigkeit der Wagener'schen Beobachtungen einen Beweis zu bringen.

Da seit der im Jahre 1860 veröffentlichten Arbeit Wageners (51) die Anatomie des *Gyrodactylus* nicht mehr zum Gegenstand einer eingehenderen Untersuchung gemacht wurde, — eine kurze Mitteilung von Metschnikoff (37) erstreckt sich bloss auf seine Embryologie — so schien es wünschenswert, mit Hilfe der modernen Methoden die Angaben Wageners nachzuprüfen, da dieselben einesteils trotz ihrer Ausführlichkeit noch manche Lücken enthalten, andernteils hie und da mit unserer heutigen Auffassung vom Baue der Trematoden nicht ganz in Einklang zu bringen sind. Im Anschluss daran lasse ich noch Angaben über die Lebensweise folgen, sowie die Neubeschreibung zweier Arten des Genus *Gyrodactylus*, während ich die Entwickelungsgeschichte in einer weiteren Arbeit zu behandeln gedenke.

Um kurz die angewandten Untersuchungsmethoden anzuführen, so wurde das Tier sowohl im Ganzen als auf Quer- und Längsschnittserien untersucht. Zum Fixieren diente Sublimatlösung (kalt oder etwa 50° C. warm), dann Chromessigsäure und Osmiumsäure, zum Färben Boraxkarmin und Hämatoxylin. Die brauchbarsten Präparate wurden unter Anwendung von Sublimat und Boraxkarmin erzielt; für manche Zwecke war auch eine Behandlung mit Osmiumsäure und rohem Holzessig (nach v. Mährenthal) vorteilhaft. Manche Verhältnisse erfordern dagegen eine Untersuchung des lebenden Tieres, welche deshalb, obwohl mit mancherlei Schwierigkeiten verknüpft, durchaus nicht unterlassen werden darf.

Beim Studium der *Gyrodactylus* behandelnden Litteratur fielen mir alsbald Verschiedenheiten in den von den einzelnen Autoren gegebenen Beschreibungen und Abbildungen auf, welche sich kaum nur aus Beobachtungsfehlern erklären lassen und mir daher den Gedanken nahe legten, es möchten wie bei dem verwandten Genus *Dactylogyrus* auch verschiedene Arten der Gattung *Gyrodactylus* existieren.

In der That gelang es mir während meiner Untersuchung das Vorhandensein von drei verschiedenen Arten festzustellen und damit die betreffenden Widersprüche zu beseitigen. Um sie kurz auseinander halten zu können, benenne ich schon hier die neuen Arten, während ich ihre Diagnose erst im systematischen Teile gebe.

Die kleinste, welche höchst wahrscheinlich van Beneden (3) und neuerdings v. Linstow (32) vor sich hatten, heisse *G. gracilis*, die etwas grössere zweite Art *G. medius*, während der grossen, von Wagener (51) als *G. elegans* v. Nordmann beschriebenen Art diese Bezeichnung verbleiben möge, obgleich es aus den unzureichenden Angaben von v. Nordmann nicht möglich ist festzustellen, ob sie mit dessen Originalart identisch ist. Diese grösste, bis 0,7 mm lange Species liegt auch meiner Darstellung zu Grunde. Ausserdem fand ich ein einziges Exemplar einer jedenfalls weiteren neuen Art auf der Schleihe, dessen Hakenapparat in Fig. 6 abgebildet ist Leider ging das Tier vor der Konservierung zu Grunde.

I. Anatomie.

1. Beschreibung der Körperform.

Gyrodactylus hat einen farblosen Körper von schmal elliptischer Gestalt, der im Ruhezustand etwa viermal so lang als breit ist, sich jedoch beim Ausstrecken des Tieres auf das Doppelte der gewöhnlichen Länge ausdehnen kann, wobei sich namentlich das vordere, in zwei konischen Spitzen endende Körperdrittel stark verschmälert. Die Rückenseite ist konvex, die Bauchseite plan bis schwach konkav. Dem hinteren, verschmälerten Körperende sitzt schräg zur Längsaxe eine mit ihrem Durchmesser die grösste Körperbreite noch etwas übertreffende Haftscheibe auf; dieselbe trägt zwei grosse centrale Haken, sowie am Ende eines jeden der sechszehn Lappen, in die ihr Rand geteilt ist, ein kleines Häkchen (Fig. 1, 2).

Wie schon oben angedeutet, kann die Körperform vom Tier durch Strecken und Zusammenziehen, durch Biegen und Umhertasten nach allen Seiten stark verändert werden. Sie ist ausserdem sehr abhängig vom Inhalte des Uterus; besondere Verhältnisse, welche an ihr nach Entleerung desselben durch eine Geburt beobachtet werden, werden in dem den Geburtsvorgang darstellenden Abschnitt der zweiten Arbeit behandelt werden.

Die Mundöffnung (Fig. 1, *sp*) liegt im vorderen Viertel des Körpers auf der Bauchseite. Etwas weiter zurück und in der Regel links von ihr befindet sich die Mündung des Geschlechtsapparates und zu beiden Seiten des an die Mundspalte sich anschliessenden Pharynx (*ph*) die paarige Ausführöffnung des Exkretionsapparates (*m*). An den Spitzen der Kopfzipfel münden zahlreiche Drüsen (*da*).

2. Körperbedeckung und Drüsen.

Die Frage, wie die Körperbedeckung der Trematoden aufzufassen sei, wird von den einzelnen Autoren in verschiedener Weise beantwortet und nimmt deshalb noch heute unter den zahlreichen unaufgeklärten Punkten in der Histologie der Trematoden einen hervorragenden Platz ein.

Abgesehen von den älteren Angaben, welche in Bronns „Klassen und Ordnungen des Tierreichs, IV. Bnd. *Vermes,* bearbeitet von M. Braun“ zusammengestellt sind, seien hier nur die neueren Ansichten erwähnt.

Zeller (57) gibt an, dass die jungen Larven von *Polystomum* ein deutliches Epithel besitzen. Dass die Hautschicht einem metamorphosierten Epithel gleichzuachten sei, nimmt Ziegler (58) an (er sagt: „dieselbe ist sicher nicht von einer unmittelbar darunterliegenden und in Anbetracht ihrer Dicke höchst wahrscheinlich auch nicht von einer darüberliegenden Schicht abgesondert“). Biehringer (5) hält auf Grund seiner Untersuchungen an Cercarien, bei denen er in der Haut Kerne nachweist, dieselbe für der Hypodermis der übrigen Würmer gleichwertig. Ebenso gibt Schwarze (41) an, dass die Hautschicht des Cercarienschwanzes häufig dunkel gefärbte Kernreste enthalte. Eine ganz neue Beobachtung von Braun (10), welcher bei *Monostomum mutabile* in der Hautschicht zahlreiche ovale Kerne mit Kernkörperchen fand, spricht ebenfalls dafür, dass die Körperbedeckung der Trematoden ein metamorphosiertes Epithel ist.

Eine von den bisherigen ganz abweichende Ansicht vertritt Brandes (9). Er hält die Körperbedeckung der Trematoden für eine wahre Cuticula und zwar für das Produkt der bei allen Trematoden vorhandenen Hautdrüsenschicht. Seine Untersuchungen beziehen sich hauptsächlich auf Arten der Gattungen *Apoblema* und *Amphistomum.* Bei ihnen, sowie bei noch andern ekto- und entoparasitischen Formen lassen sich Subcuticulardrüsen nachweisen, welche mit ihren Ausführungsgängen bis an die Cuticula heranreichen. Ich will schon hier bemerken, dass ich über die Funktion dieser Hautdrüsen, die sich auch bei *Gyrodactylus* vorfinden, eine andere Ansicht habe.

Bei *Gyrodactylus elegans* besteht die Haut des entwickelten Tieres aus einer 0,0027 mm dicken, durchsichtigen und glänzenden Lage, welche im Leben völlig homogen und stark lichtbrechend er-

scheint. Bei *G. medius* und *gracilis* ist ihre Dicke im Verhältnis zur Grösse des Tieres etwas grösser. Während sich die Haut mit Karmin gar nicht färbt, lässt eine Färbung mit Hämatoxylin in ihr dicht gelagerte, feinste Körnchen sichtbar werden. Untersucht man Querschnitte der ersten Entwickelungsstadien des Tieres, so findet man an Stelle der späteren Haut eine Lage platter Zellen mit deutlichen Kernen. Bei älteren Embryonen sind dieselben mehr abgeplattet und die Kerne undeutlich. Am ausgebildeten Tiere stellt sich die Umhüllung als ein überall gleich dickes umgewandeltes Epithel dar, dessen fein granuliertes Aussehen noch an die Zellnatur der Elemente erinnert, aus denen es hervorgegangen ist.

Es mögen hier die auch bei andern Trematoden, so nach Voeltzkow (49) bei *Aspidogaster conchicola*, nach Zeller (55) bei jungen Diporpen vorkommenden hellglänzenden und stark lichtbrechenden Körperchen erwähnt werden, welche sich auf der ganzen Körperoberfläche des *Gyrodactylus* zerstreut finden und die bereits Wagener (51) als im Körper liegende Fetttropfen erwähnt. Ich habe dieselben am lebenden Tiere oft auf der Körperoberfläche gefunden und zwar hatten sie einen feinen, die Haut durchbohrenden Stiel. Dies veranlasst mich sie für das Sekret einzelliger, unter der Haut zerstreut liegender, kleiner Drüsen zu halten; ich glaube, dass den von Brandes (9) beschriebenen Subcuticulardrüsen keine andere Bedeutung zukommt, wie sich an lebenden oder ganz frischen Tieren wahrscheinlich feststellen lassen dürfte. Die secernierten Kügelchen trennen sich begreiflicherweise sehr leicht von der Oberfläche des Tieres, und Brandes benutzte altes Material aus Museen, nur *Amphistomum conicum* erhielt er „ziemlich frisch“.

Der chemischen Zusammensetzung nach dürfte das Sekret als Fett zu betrachten sein, es löst sich in Alkohol und bräunt sich stark in Osmiumsäure.

Im Anschluss hieran sollen auch die schon von Wagener[1]) ausführlich geschilderten sog. „Kopfdrüsen“ besprochen werden. Man findet im vorderen Körperabschnitt drei scharf voneinander getrennte Gruppen grosser, einzelliger Drüsen (Fig. 1, 2, dr_1, dr_2, dr_3).

---

[1]) Wenn im Folgenden bei „Wagener“ keine Litteraturangabe mehr gemacht wird, so ist stets dessen unter Nr. 51 im Litteraturverzeichnis angeführte Arbeit gemeint.

Am weitesten vorn und dorsal liegen bei *G. elegans* zu beiden Seiten der Medianlinie eine Anzahl länglich runder Zellen (*dr*1) mit schwach färbbarem Protoplasma und meist einem Kern, der indes auch bei manchen zu fehlen scheint; letzteres Verhalten entspricht wahrscheinlich einem bestimmten Stadium der Sekretionsthätigkeit. Ihre Ausführungsgänge münden, mit denen der folgenden Gruppe zu einem Bündel vereinigt, an der Spitze der Kopfzipfel.

Diese zweite, bedeutendste Drüsengruppe (*dr*2) liegt mehr an den Seiten und nach hinten, beiderseits des Pharynx. Sie besteht aus sechs und mehr grossen, birnförmigen Zellen, die, mit ihrer Längsaxe dorsoventral gestellt, sich nach vorn in lange Schläuche ausziehen und dadurch, wie Wagener ganz richtig sagt, Ähnlichkeit mit einer Retorte bekommen. Ausser einem bläschenförmigen Kern mit Kernkörperchen enthalten sie reichliches, feinkörniges, gelbliches Sekret, das sich mit Reagentien sehr stark färbt (Fig. 17, 18, 19, 20). Sie ähneln in ihrer Gestalt sehr den von Zeller (56) bei *Polystomum integerrimum* vor der Mundöffnung gezeichneten Drüsen. Nach Weber (52) sind derartige grosse, birnförmige Drüsen mit langem Gang bei *Temnocephala* besonders stark ausgebildet.

Noch weiter nach hinten, nämlich unmittelbar vor dem Vorderende des Uterus, liegt die dritte Drüsengruppe (Fig. 2, *dr*3), auf der Rückenfläche, dicht unter der Haut, gebildet von 7—12 grossen, polygonalen Zellen mit hellem Kern und dunklerem Kernkörperchen. Der Inhalt ist feinkörnig und bildet an konservierten Stücken ein um den Kern gelagertes Gerinnsel. Wagener glaubt, dass diese „eng wie Pflasterepithel aneinander liegenden Zellen", die sich nach ihm bei älteren Tieren in geringerer Anzahl finden sollen als bei jungen, sich späterhin in Drüsen der vorigen Gruppe umwandeln und erst dann einen Ausführgang erhalten.

Diese Ansicht kann ich nicht teilen, denn einerseits verhält sich der Inhalt beider Drüsenarten gegenüber Reagentien betreffs der Gerinnung und Färbung durchaus verschieden, dann aber finde ich keinen Unterschied in der Zahl der Drüsenzellen bei jungen und alten Tieren, auch bei letzteren keine Übergänge zwischen beiden Formen, wie man es nach Wageners Angabe erwarten sollte. Vor allen Dingen aber habe ich auch bei der dritten Gruppe Ausführgänge gefunden, die zwar am lebenden Tiere nicht sichtbar sind, dagegen an in Glycerin aufgehellten Osmiumsäurepräparaten scharf hervortreten (Fig. 9).

Die Ausführungsgänge der einzelnen Zellen einer jeden der drei Drüsengruppen vereinigen sich zu spiralig gedrehten Bündeln und münden an den Spitzen der Kopfzipfel, wo jeder einzelne Gang eine kolbige Anschwellung hat; hierdurch erhält die Oberfläche der Kopfspitzen ein maulbeerartiges Aussehen. Ausserdem trägt jede der letzteren noch einen kleinen, spitzen Fortsatz (Fig. 1). Dem chemischen Verhalten nach zu urteilen ist das Sekret der drei Drüsengruppen von verschiedener Zusammensetzung und wahrscheinlich auch von verschiedener Wirkung. Wie schon erwähnt, wird es vom Tier zum Anheften an seine Unterlage bei der Fortbewegung benützt.

In der Arbeit Wageners finden sich noch „vier grössere, helle, feinkörnige, zellenartige Körper erwähnt, welche „unter dem Rücken, etwas höher als der Mund, bei einander liegen und deren Bedeutung ganz rätselhaft blieb." Er hält es für wahrscheinlich, dass dieselben denen entsprechen, „welche über dem Munde der *Dactylogyrus*-Arten liegen und dort, bräunlich gefärbt, ein sehr eigentümliches Ansehen haben."

Ich fand ungefähr an der bezeichneten Stelle und zwar vor der Hirnkommissur in der Mittellinie folgendes: Schon am lebenden Tier fällt daselbst eine helle, ovale Stelle auf, welche unmittelbar an der Hirnkommissur beginnend sich fast bis an die Teilungsstelle der Kopfzipfel erstreckt, seitlich begrenzt von den Bündeln der Drüsenausführgänge, sowie von der vorderen Drüsengruppe und den ersten Zellen der mittleren. Auf Querschnitten erscheint das Gebilde als ein in der Sagittalebene leicht S-förmig gekrümmter Hohlraum mit körnigem Inhalt und vier bläschenförmigen Kernen mit dunklerem Kernkörperchen (Fig. 17, *ro*). Ich bezweifle nicht, dass es mit den von Wagener gesehenen vier zellenartigen Körpern identisch ist.

Bei *Dactylogyrus*-Arten ist nach Wagener an der entsprechenden Stelle ein dreieckiger Hohlraum vorhanden, der mit den seitlichen Bündeln von Drüsenkanälen in Verbindung steht und sich mit deren Inhalt füllt. Bei *Gyrodactylus* habe ich weder einen Zusammenhang mit den Drüsen, noch Sekret derselben in dem Hohlraum gefunden. Bei *G. gracilis* fand ich anstatt des Hohlraumes einen sich dunkler färbenden Körper vor, der wie das Gehirn und die Nervenstränge mit polygonalen Zellkernen dicht umlagert war,

Leider sind die Verhältnisse bei *G. gracilis* so klein, dass mir eine Aufklärung derselben mittels der mir zur Verfügung stehenden Hülfsmittel unmöglich war.

3. Muskulatur und Haftscheibe.

Die Muskulatur des *Gyrodactylus* ist von der für die Mehrzahl der Trematoden typischen Form (Fig. 2). Unmittelbar unter der Haut liegt der aus Rings-, Diagonal- und Längsmuskellage gebildete Hautmuskelschlauch.

Die äusserste Schicht, die Ringsmuskellage, besteht aus im Querschnitte runden Strängen, welche in sehr regelmässigen Zwischenräumen circulär um den Körper verlaufen.

Die innerste, die Längsmuskellage, ist am stärksten entwickelt auf der Dorsalseite (Fig. 23, *rm*), im Gegensatz zu den meisten andern Trematoden. Nur Haswell (22) gibt für *Temnocephala* dasselbe Verhalten an. Die Ausnahme bei *Gyrodactylus* erklärt sich leicht. Die dem Tiere als Stützpunkt dienende Haftscheibe stellt die direkte Fortsetzung der Rückenfläche dar, während sie gegen die Bauchfläche durch einen tiefen Einschnitt abgesetzt ist. Wenn nun das Tier festsitzt und dabei mit dem frei erhobenen Körper alle möglichen Bewegungen ausführt, wobei derselbe bald sich stark zusammenzieht, bald lang ausstreckt, so werden dadurch namentlich die Längsmuskeln des Rückens in Anspruch genommen. Die einzelnen Längsmuskelbündel haben einen fast rechteckigen Querschnitt, sind 0,0027 mm dick und verlaufen in Abständen von 0,0081 mm parallel zu einander. Schon Wagener erkannte sie als „feine Längslinien, welche in die Schwanzscheibe auszustrahlen scheinen und vielleicht als Muskelfasern anzusehen sind."

Die dritte Lage des Muskelschlauches wird von Diagonalmuskeln gebildet. Sie verlaufen schräg zur Längsaxe und bilden an ihren Kreuzungspunkten, je nach dem Kontraktionszustande des Tieres, stumpfe bis spitze Winkel. Ihre Schnittpunkte liegen am Rücken fast in einer geraden, mit der Mittellinie zusammenfallenden Linie (Fig. 2). An Tangentialschnitten, namentlich von Osmiumsäurepräparaten, an welchen die Muskulatur besonders scharf hervortritt, zeigt sich, dass die Diagonalmuskellage zwischen der Schicht der Rings- und der Längsmuskeln liegt. An konservierten Tieren hebt sich mitunter mit der Haut zugleich ein Teil des Hautmuskelschlauches ab.

Die Parenchymmuskeln sind bei *Gyrodactylus* namentlich in der Gegend des Pharynx und im hinteren Körperteil kurz vor der Haftscheibe entwickelt, in welche sie teils zahlreichere feine Fasern aussenden, teils zu stärkeren Bündeln vereinigt eintreten, welche die Bewegung des Hakenapparates besorgen.

Zum Verständnis des betreffenden Mechanismus ist es indes nötig, die Beschreibung der Haftscheibe und ihres Hakenapparates hier anzuschliessen.

Die Haftscheibe sitzt dem hinteren, etwas verjüngten Körperende schief auf, indem ihre Mittellinie mit der des Körpers in der Sagittalebene einen dorsalwärts offenen Winkel bildet. Von stumpf herzförmiger Gestalt erreicht oder übertrifft ihr grösster Durchmesser die grösste Breite des Körpers (Fig. 1). Ihr freier Rand hat an seinem proximalen Teile in der Mittellinie einen Einschnitt, die übrige Peripherie ist in sechszehn schmal dreieckige, sehr biegsame und etwas kontraktile Lappen gespalten. Zwischen den einzelnen Lappen ist der Saum nochmals eingekerbt. Den mittleren Teil der Haftscheibe nimmt ein muskulöses Polster ein, in welchem ein Paar grosser Haken mit einem sie verbindenden Klammerapparat eingebettet sind. Der einzelne Haken sieht einem Angelhaken ähnlich, sowohl was die Krümmung der Spitze, als deren Drehung gegen die Sagittalebene des basalen Abschnittes betrifft. An seinem proximalen, abgeplatteten Teil besitzt der Haken eine mit der Konkavität nach innen gerichtete Biegung, wird alsdann drehrund und verläuft ein kurzes Stück gerade, um in scharfem Bogen in eine lange, gerade und sehr feine Spitze auszulaufen. Der äussere Rand des proximalen Hakenteiles ist etwas nach innen hin vorgewulstet und bildet einen Vorsprung. Hierdurch entsteht eine Art Hohlrinne, in welcher der zwischen den beiden Haken liegende Klammerapparat (Fig. 5) festgehalten wird (Fig. 1).

Dieser letztere hat eine etwa U-förmige Gestalt und liegt mit der Seitenkante seiner beiden freien Schenkel (Fig. 5, *sch*₁) den Basalstücken der Haken dicht an. Das Verbindungsstück liegt terminal. Kurz vor ihm gehen dorsalwärts zwei platte Fortsätze ab (Fig. 5, *sch*₂), denen wieder ein zweites, schmales, an beiden Enden verjüngtes Verbindungsstück lose aufliegt.

Das grosse ventrale Verbindungsstück hat distalwärts einen regelmässig gewellten, etwas verdickten Saum, von dem in seiner

ganzen Breite eine chitinartige Platte (Fig. 5, *fo*) entspringt, welche in eine die beiden Haken in ihrer ganzen Ausdehnung überlagernde Membran ausläuft; diese lässt nur die Spitzen frei, schlägt sich um und geht in das muskulöse Polster, in dem die Haken mit ihren proximalen Enden stecken, über (Fig. 14, 16). Die Spitzen der Haken stehen infolgedessen aus einer Hohlrinne heraus, deren schräg abgestutzte Öffnung durch chitinöse Randverdickungen steif erhalten wird.

Als weitere Hartgebilde der Haftscheibe findet sich am Ende eines jeden der sechszehn Randlappen ein krallenartig gebogenes, sehr spitzes Häkchen, welches einem länglich runden, in der Mitte etwas verschmälerten, mit seiner Längsaxe zur Ebene der Haftscheibe senkrecht gestellten Plättchen aufsitzt. An das dorsale Ende des letzteren setzen sich von innen her die freien Enden eines U-förmig gekrümmten Stäbchens beweglich an, während am ventralen Teile ein dünnes, gerades, an beiden Enden geknöpftes, gleichfalls central gerichtetes Stäbchen eingelenkt ist. Wagener gibt davon bereits recht gute Abbildungen.

Die soeben beschriebenen resistenten Teile der Haftscheibe, wie man die Haken nebst ihren Klammerapparaten im Gegensatz zu den muskulösen und häutigen Partien nennen kann, weil sie der Maceration widerstehen, haben eine glashelle, stark lichtbrechende Substanz, welche bei den grossen Haken, namentlich jüngerer Tiere, im Innern grobe, dunkle Körner aufweist (Fig. 8). In ähnlicher Weise unterscheidet Schwarze (41) am Stachel der *Cercaria armata* v. Siebold zwei Schichten, eine äussere, stark lichtbrechende und eine innere, dunkel erscheinende. Die den kleinen Haken ansitzenden Stäbchen sind ausserordentlich elastisch und werden mitunter stark gekrümmt.

Die Haftscheibe mit ihrem Hakenapparat wird durch eine reichlich entwickelte Muskulatur befähigt, dem Tiere auf der Epidermis der Fische einen festen Halt zu ermöglichen. Die Haftscheibe selbst nebst dem die Haken tragenden Polster wird von feinen, dicht gelagerten Fasern gebildet, in welche die vom hinteren Leibesende her eintretenden, grösstenteils dorsal entspringenden Parenchymmuskeln sich auflösen (Fig. 14, 15, 16). Hierdurch werden namentlich auch die Randlappen, welche durch diese Faserzüge ein streifiges Ansehen erhalten, befähigt, sich unabhängig voneinander zu bewegen und wie die Finger einer Hand zu krümmen, ein Umstand, dem das

Tier seinen Namen verdankt. Ferner können dieselben auch durch Einziehen nach innen erheblich verkürzt werden, was durch an ihrer Basis befindliche Hohlräume ermöglicht wird.

An die Krümmung der den kleinen Häkchen ansitzenden Ösen treten noch zwei besondere Muskelbündel heran, und ebenso inserieren an den geraden Stäbchen solche Faserzüge. Treten nun die ersteren in Thätigkeit, so holt bei gleichzeitiger Feststellung des geraden Stäbchens das Häkchen aus und schlägt sich darauf in die Unterlage ein, sobald das gerade Stäbchen durch seine Muskulatur nach dem Centrum hin gezogen wird.

Durch Vereinigung mehrerer dorsal im hinteren Körperabschnitt entspringender Parenchymmuskeln entstehen zwei starke Muskelbündel, welche, in die Haftscheibe eingetreten, an den proximalen Enden der grossen Haken Ansatz gewinnen (Fig. 1, 24). Im letzten Körperabschnitt, dessen Bauchseite zum Teil von der Haftscheibe in Anspruch genommen wird, findet sich ein dorsoventral verlaufendes Maschenwerk von Parenchymmuskeln, das sich symmetrisch zur Mittellinie in mehrere Bündel ordnet, von denen namentlich die zwei, mittelsten besonders stark sind, und alsdann mit einer breiten, feinfaserigen Lamelle in das Polster der grossen Haken übergeht (Fig. 15). Indem dieselben durch die Kontraktion dieser Muskeln zugleich mit dem Polster dorsalwärts und nach vorn gezogen werden, holen sie aus und bohren sich bei Zusammenziehung der zwei Längsmuskeln, die an ihren basalen Enden inserieren, in ihre Unterlage ein. Die Mechanik ist also ganz dieselbe wie bei den kleinen Randhaken.

Zum feineren Bau der Haftscheibe ist noch zu bemerken, dass ihre Hautschicht, besonders auf der Rückenfläche, sehr dick ist; ferner liegt zwischen je zwei Randlappen ein sich im Gegensatz zu den Muskelfasern mit Karmin intensiv färbender Kern. Desgleichen finden sich fünf solche Kerne terminal von dem Mittelstück der grossen Klammer zwischen den grossen Haken. Auch an andern Stellen, so an der Austrittsstelle der Hakenspitzen aus dem Polster, liegen noch Kerne, ebenso an den basalen Enden der Haken. Alle zeigen eine symmetrische Anordnung, die namentlich bei *G. medius* hervortritt (Fig. 3).

Braun (11) findet bei jungen Polystomen um die Basalteile der grossen Haken eine Schicht hoher Cylinderzellen, von denen

sich bei ausgewachsenen Tieren höchstens noch Spuren nachweisen lassen. Er betrachtet sie als Reste des Hautepithels und Matrix der Haken. Vielleicht sind auch bei *Gyrodactylus* diese Kerne Reste von Matrixzellen, wofür ihre Lage in der Nähe chitinöser Gebilde, sowie der Umstand spricht, dass sie sich nicht mehr bei allen Tieren finden; auch hier scheinen sie bei den älteren Individuen verschwunden zu sein.

4. Das Nervensystem.

Das Centralnervensystem von *Gyrodactylus,* von dem die früheren Autoren noch nichts berichten, liegt vor und über dem Pharynx. Es stellt ein nach hinten schwach konkaves Band dar (Fig. 10, 11, 18), dessen hintere Ecken sich in zwei Stränge ausziehen, welche sich nach der Bauchseite hinabbiegen, zu beiden Seiten des Pharynx nach hinten verlaufen und sich bis etwa in die Mitte des Körpers verfolgen lassen (Fig. 10 *sn* und Fig. 19). Aus dem vorderen Rande der Hirnkommissur entspringen zwei gleichfalls ziemlich dicke, anfangs divergierend, dann konvergierend verlaufende Nervenstämme (Fig. 10, *vn*), die, zur Basis der Kopfzipfel tretend, sich wahrscheinlich in diesen in feinere Nervenendigungen auflösen; thatsächlich sieht man, dass das Tier mit den Kopfzipfeln umhertastend seine Unterlage untersucht.

Ob, wie bei dem von Lang (27) bezüglich des Nervensystems sehr sorgfältig untersuchten *Tristomum molae*, noch jederseits ein dorsaler und ein seitlicher Längsstamm verläuft, habe ich bei *Gyrodactylus* nicht feststellen können.

Im histologischen Bau erscheint die Substanz des Hirns und der Nervenstämme sehr feinfaserig und schwer färbbar; dagegen lassen sich in ihr mitunter einzelne blass gefärbte und wahrscheinlich als Ganglienzellen zu betrachtende Körperchen von rundlich polygonaler Gestalt auffinden (Fig. 18). Schwarze (41) fand ähnliche derartige Gebilde im Gehirn der Cercarien und hielt sie gleichfalls für Ganglienzellen.

Rings um das Gehirn herum, sowie die Nervenstämme begleitend, liegen in mehrfacher Schicht und in ziemlich regelmässigen Abständen von einander zahlreiche polygonale, intensiv sich färbende Zellkerne, die durch ein Netzwerk feiner Fasern untereinander in Verbindung stehen (Fig. 10, 18, 19). Ziegler (58) findet diese Elemente auch bei *Bucephalus* und *Gasterostomum* um die fein-

faserige Masse des Gehirns liegend und spricht sie für Kerne von Ganglienzellen an, bemerkt aber selbst, dass es manchmal nicht gelinge, die Ganglienzellen gegen die umliegenden Parenchymzellen abzugrenzen. Nach Schwarze (41) wird die Gehirnmasse der *Cercaria armata* gleichfalls von derartigen Zellkernen umgeben; zwischen beiden liegt ein mit glasheller, ungefärbter Substanz gefüllter Zwischenraum; er hält sie infolgedessen nicht für Kerne von Ganglienzellen, sondern für solche einer Nervenscheide. Ich schliesse mich für *Gyrodactylus* hinsichtlich der grossen Mehrzahl dieser Kerne der Ansicht Schwarzes an, insofern ich sie auch nicht für Ganglienzellen halte. Sie haben nämlich ihrer Form nach wenig Ähnlichkeit mit den bei andern Trematoden gefundenen, unzweifelhaften Ganglienzellen, stimmen dagegen in Aussehen und Tinktionsfähigkeit ganz mit den Kernen überein, welche sich in grosser Anzahl im Parenchymgewebe, namentlich des hinteren Körperdrittels, sowie einzeln im ganzen Körper zerstreut finden. Andererseits muss ich jedoch bemerken, dass ich auf Frontalschnitten von *G. gracilis* eine, wie es schien, symmetrisch auf beide Seiten der Hirnkommissur verteilte Anzahl derartiger Zellen durch je eine Faser mit dem Gehirn in Verbindung treten sah und glaube solche Zellen unbedenklich als Ganglienzellen ansprechen zu dürfen.

5. Das Parenchym.

Ohne auf die Kontroversen einzugehen, welche hinsichtlich des Parenchymgewebes und seiner Entstehung bei den Trematoden existieren, will ich die Verhältnisse schildern, wie sie unser Parasit darbietet.

Naturgemäss ist das Parenchym am reichsten da entwickelt, wo es durch keine voluminösen Organe verdrängt wird, also im hinteren Teile des Körpers, zwischen den Enden der Darmschenkel und des Ovariums einerseits und der Ansatzstelle der Haftscheibe andererseits. Hier kann man nun zwei Formen von Parenchymgewebe unterscheiden. In den Zwischenräumen starker, dorsoventral und radiär verlaufender Faserzüge liegen grosse, bläschenförmige Kerne mit Kernkörperchen, umgeben meistens von einem Hof feinkörnigen Protoplasmas, von welchem feine Ausstrahlungen nach den umgebenden Faserzügen hinziehen. Von einer Zellmembran ist nichts zu sehen (Fig. 22).

Etwas weiter nach hinten wird das Maschenwerk viel enger und feinfaseriger, während in den Knotenpunkten desselben, sowie auch in den Maschen selbst, kleine polygonale Kerne liegen, die sich sehr dunkel färben. Namentlich zahlreich an der Ansatzstelle der Haftscheibe, finden sie sich übrigens auch im ganzen Körper zerstreut, und halte ich sie, wie schon oben bemerkt, identisch mit den das Nervensystem begleitenden Zellkernen (Fig. 23).

6. Der Verdauungskanal.

Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich zunächst nur auf den Verdauungskanal von *G. elegans*, indem sich bei den beiden andern Arten einige gleich zu erwähnende Abweichungen ergeben.

Den Eingang in den Verdauungskanal bildet eine quergestellte Mundspalte (Fig. 1, *sp*) mit einer Ober- und Unterlippe, in welche von der benachbarten Parenchymmuskulatur her Fasern einstrahlen (Fig. 11). Bekleidet werden dieselben von der äusseren Haut, die sich in die nach innen folgende Pharyngealtasche, den Präpharynx, fortsetzt; anfänglich noch von der gewöhnlichen Dicke geht sie allmählich in eine dünne Membran über und umzieht als solche die Aussenfläche des kugeligen Pharynx. Dieser ist eigentümlich gebaut und hat ungefähr eine zwiebelförmige Gestalt. Durch eine äquatoriale Einschnürung wird er in eine dorsal gelegene kugelige und eine ventrale kegelförmige Hälfte geschieden (Fig. 1 und 11). Letztere besteht aus acht dreikantigen Pyramiden mit abgerundeter Basis (Fig. 11, *pk*); dieselben weisen eine feine, gegen die Spitze verlaufende Längsstreifung auf und können gegeneinander bewegt werden. „Die kleinen zuckenden Bewegungen", sagt Wagener, „lassen sie wie harte Körper erscheinen. Treten sie jedoch aus der Mundspalte hervor, so breiten sie sich zu einem achtarmigen Sterne aus, die feinen Längslinien sind verschwunden und sie gleichen mehr einer strukturlosen zähen Masse." Durch Anwendung der Schnittmethode ist es mir gelungen, die Zellnatur dieser Körper nachzuweisen. In dem Basalstück derselben liegt nämlich ein grosser, bläschenförmiger Kern mit Kernkörperchen, sowie ein Rest des Protoplasmas, während die Spitze aus einer homogenen, lichtbrechenden Masse besteht. Dass es sich indes dabei nicht um ein starres, chitinöses Gebilde handelt, zeigen die Bewegungen und Krümmungen, welche sie ausführen können. Mitunter sieht man sie, wie es auch Wagener abbildet,

ganz nach aussen hervortreten und zu einem achtarmigen Stern sich ausbreiten.

Der zweite, mehr nach innen gelegene Teil des Pharynx (Fig. 11, *pn*) wird von acht unter sich gleich grossen, zellenartigen Körpern gebildet, welche zusammen eine in der Richtung von aussen nach innen etwas abgeplattete, in der Längsaxe durchbohrte Kugel darstellen, deren Breitendurchmesser 0,062 mm beträgt. Jeder dieser acht Körper trägt einen der acht Spitzkegel und enthält einen runden Kern mit Kernkörperchen, sowie einen Rest feinkörnigen Protoplasmas (Fig. 20, 11).

Betrachtet man einen Querschnitt durch diesen Teil des Pharynx, so findet man denselben von einer ziemlich derben Membran umgeben, von welcher acht radiäre Faserzüge (Fig. 20, *m*), jeder aus zwei Ursprüngen sich vereinigend, entspringen und an der Auskleidung des centralen Rohres inserieren. Zwischen ihnen liegen jene Kerne. Bei *G. gracilis* besteht der Pharynx aus zwei hintereinander liegenden, längsovalen und durch eine Furche voneinander getrennten Teilen (Fig. 12). Von der Wand eines jeden gehen zahlreiche Muskelfasern, zwischen denen eine grosse Menge Zellkerne liegen, nach der Wand des sie durchsetzenden Rohres, welches nach aussen durch ein ziemlich langes Verbindungsstück zur Mundöffnung führt, und nach innen in den sehr kurzen Oesophagus mündet. Die Richtung des Pharynx geht von vorn ventral nach hinten dorsal, sodass bei Betrachtung von der Bauchfläche nur ein Teil des dorsalen Abschnittes sichtbar ist, weil der ventrale Teil den dorsalen etwas verdeckt. Der Bau des Pharynx dieser Art nähert sich dem von *Polystomum integerrimum*. Da wir hier bei einem unzweifelhaften *Gyrodactylus* statt der acht Pharyngealspitzen einen gleichfalls kugeligen, einheitlichen Körper haben, so werden erstere künftighin als Merkmal des Genus *Gyrodactylus* nicht mehr angeführt werden dürfen. Der Pharynx des *G. medius* ähnelt im Bau dem von *G. elegans*, nur sind die acht Pharyngealkegel viel stumpfer und haben ihren Zellcharakter besser bewahrt, insofern sie fast ganz von Protoplasma erfüllt und nur ihre äussersten Enden von jener lichtbrechenden Substanz gebildet sind.

Über die Funktion des Pharynx bei *G. elegans* kann ich noch folgende Mitteilung machen. Die acht Spitzkegel werden vom Tier oft eng aneinanderliegend mit grosser Heftigkeit ganz aus der Mundspalte hervorgestossen und dann zu einem achtstrahligen Sterne aus-

gebreitet; obgleich ich nun aus begreiflichen Gründen nicht gesehen habe, wie durch sie die Nahrungsaufnahme aus der Epidermis des Fisches bewerkstelligt wird, so glaube ich doch, dass man sich dies etwa so denken darf: die als geschlossenes Ganze herausgestossenen Spitzen dringen, wenn der Kopfteil mit Hülfe seines Drüsensekretes fest anliegt, in die Haut des Fisches ein, breiten sich daselbst aus und pressen so die Öffnung des den kugeligen Pharynxabschnitt durchsetzenden Kanals fest an die Wunde an; treten alsdann dessen radiäre Muskelfasern in Thätigkeit und erweitern die centrale Röhre, während dieselbe gleichzeitig durch die den Oesophagus umgebenden, als eine Art Sphinkter wirkenden Parenchymmuskeln nach innen verschlossen wird, so muss in sie Schleim und Blut durch den überwiegenden äusseren Druck eingepresst werden.

Auf den Pharynx folgt ein ziemlich kurzer Oesophagus, der sich in zwei blind endigende, zu beiden Seiten des Körpers hinziehende Darmschenkel gabelt.

Wagener beschreibt einige kleine Drüsen, welche, am hinteren Rande des Oesophagus gelegen, winklig geknickte Ausführungsgänge nach dem unteren Drittel des Pharynx schicken (Fig. 9), wo sie in die centrale Röhre des Pharynx einmünden. Derartige Drüsen finden sich nach Zeller (56) in grosser Anzahl bei *Polystomum integerrimum* und nach Looss (33) bei *Distomum palliatum*. Leuckart (29) bezeichnet sie als Speicheldrüsen, während er die bei vielen Distomeen in den Seitenteilen des Vorderleibes gelegenen Kopfdrüsen, die oberhalb des Mundsaugnapfes ausmünden, für eine Art Giftapparat hält, dessen Sekret durch Reizung der Schleimhaut vermehrten Blutzufluss und stärkere Absonderung hervorruft.

Die beiden Darmschenkel liegen vor dem Uterus ein kleines Stück dicht aneinander, weichen dann an dessen vorderem Pole stark auseinander und verlaufen zwischen ihm und der Haut nach hinten, nähern sich wieder der Mittellinie, den Uterus und Eileiter zwischen sich fassend, und gehen schliesslich zwischen dem ventralen Teile des Ovariums und seinen dorsalen Lappen bis in das hintere Viertel des Körpers, wo sie mit einer Erweiterung enden (Fig. 2).

Hinsichtlich des feineren Baues des Darmrohres unterscheidet Wagener zwei Schichten, eine äussere strukturlose und eine innere, bedeutend stärkere, gleichmässig dicke Lage, „von feinkörniger Masse, in der sich hin und wieder Querlinien bemerklich machen, die eine

zellige Struktur anzudeuten scheinen.“ Auf Querschnitten fand ich diese letztere Schicht als ein der membranösen Darmwand aufsitzendes Epithel. Die einzelnen Zellen enthalten an der Basis einen kleinen Kern und in ihrem Protoplasma feine Körnchen.

Meist sah ich im Lumen des Darmes eine feinkörnige Masse liegen, sowie oft noch unveränderte Blutkörperchen des Wohntiers und Zellen von dessen Epidermis. Wagener sagt von „der feinkörnigen Masse“, welche die innere Schicht des Darmes bildet: „Sie löst sich ungemein leicht ab und füllt dann das Darmrohr aus.“ Von einem Ablösen des Darmepithels, was ja nach dem oben Gesagten mit der feinkörnigen Masse Wageners identisch wäre, habe ich nie etwas bemerkt. Eher liesse sich daran denken, dass vom Darmepithel, dessen Protoplasma ja feine Körnchen enthält, ein derartiges feinkörniges, zur Verdauung in Beziehung stehendes Sekret abgesondert würde, wie es Lorenz (34) für *Axine* angibt. Indes ist wohl die Annahme, dass es sich um zerfallene Nahrungsstoffe handelt, am wahrscheinlichsten, zumal ich mit der betreffenden Masse manchmal das ganze Darmrohr angefüllt fand.

Bei *G. medius* und *G. gracilis* ist das Darmepithel bedeutend höher als bei *G. elegans*. Für *G. gracilis* ist ausserdem hervorzuheben, dass die Wandungen des sehr langen Darmrohres nach innen vorspringende Falten bilden, wodurch zahlreiche seitliche Aussackungen entstehen (Fig. 4).

Die Darmwand selbst scheint der Muskulatur zu entbehren; dagegen liegen um den Darm herum zahlreiche Parenchymmuskeln, die teils radiär von ihm zum Hautmuskelschlauch gehen, teils ihn ringartig umlagern. Auch von andern Trematoden wird das Fehlen einer eigenen Darmmuskulatur angegeben, so von Sommer (45) für *Distomum hepaticum*, allerdings im Gegensatz zu Leuckart und Macé (36), von Fischer (19) für *Opisthotrema cochleare*. Blumberg (6) beobachtete hingegen bei *Amphistomum conicum* eine eigene Darmmuskulatur und Kerbert (25) bei *Distomum Westermanni*.

7. Das Wassergefässsystem.

Vom Exkretionsapparat treten bei *Gyrodactylus* am lebenden Tiere vier Längsstämme mit grosser Deutlichkeit hervor; die zwei stärkeren (Fig. 1, *eg*) verlaufen jederseits ventral von der

Gegend des Pharynx an geschlängelt nach hinten, nähern sich vor dem Hoden der Mittellinie und vereinigen sich kurz vor der Haftscheibe zu einem gemeinsamen Stamm (Fig. 1).

Wagener ist im Zweifel, ob derselbe dorsal oder ventral ausmündet; nach meiner Beobachtung liegt indessen hier überhaupt keine Mündung, sondern die beiden Längsstämme bilden nur eine Anastomose, von der aus mehrere Äste in die Haftscheibe abgehen. Einer derselben läuft längs des Randes derselben in wellenförmigen Biegungen hin.

Die Mündungen der beiden grossen Längsstämme liegen vielmehr im vorderen Körperabschnitt, kurz hinter dem Pharynx an beiden Seiten, etwas nach dem Rücken hin verschoben; sie bestehen aus je einer, als kontraktile Blase funktionierenden Erweiterung (Fig. 1, *m*). Es schliesst sich also *Gyrodactylus* hinsichtlich der Lage der Mündung des Exkretionssystems den anderen *Monogenea* an; nur noch für *Dactylogyrus* wird ein unpaarer Exkretionsporus angegeben.

v. Linstow (32) berichtet gleichfalls, dass er bei *Gyrodactylus* seitlich und etwas hinter dem Pharynx zwei grosse kontraktile Endblasen gefunden habe, und dass von jeder derselben ein Gefäss nach vorn gehe, sich mit dem der anderen Seite vereinige, von diesem Bogen zwei Äste in die Kopfzipfel abzweigen und ausserdem von jeder Blase ein stark gewelltes Gefäss nach innen an den Hinterrand des Mundsaugnapfes trete. Diese feineren Details habe ich seiner Zeit am lebenden Material, das ich untersuchte, bevor mir die v. Linstow'sche Arbeit bekannt wurde, nicht gefunden. Zu einer späteren Nachuntersuchung fehlten mir die grossen Tiere der Species *G. elegans*.

Die letzten Endigungen des Exkretionsapparates der Trematoden, die Wimpertrichter, werden in verschiedener Weise aufgefasst. Nach der einen, besonders von Fraipont vertretenen Ansicht, liegen dieselben in einem lacunären, sternförmigen Raume, welcher mit einem System von feinen Kanälen und Lacunen zwischen den Parenchymzellen zusammenhängt; sie sind die direkte Fortsetzung der feinen Kapillaren, deren freier Rand von einer granulierten, kernhaltigen Masse hutartig überdeckt wird: an der konkaven Fläche entspringt ein Wimperschopf. Durch eine seitliche Öffnung steht der Trichter mit der Lacune in Verbindung.

Nach Lang hingegen ist der Wimpertrichter der axiale Hohlraum einer sternförmigen, kernhaltigen Zelle, in welchen die in dieser sich sammelnden Exkretionsstoffe entleert werden.

Auf diese Fragen einzugehen, dazu bietet *Gyrodactylus* seiner kleinen Elemente wegen keine Gelegenheit. Schon die Feststellung des Verlaufes der Gefässe macht nicht unerhebliche Schwierigkeiten, da an konservierten Tieren nichts mehr davon zu sehen ist, die lebenden Tiere aber sich in fortwährender Bewegung befinden. Allenfalls liessen sich vielleicht kleine zellenartige Hohlräume, welche an manchen Schnitten, namentlich zwischen Hoden, Ovarium und äusserer Haut, liegen, als Terminalzellen deuten (Fig. 21, *wt*).

8. Geschlechtsorgane.

a) Die männlichen Geschlechtsorgane.

Gyrodactylus ist ein Zwitter mit wohlentwickelten männlichen und weiblichen Geschlechtsorganen, wie dies Wagener zuerst nachgewiesen hat. Zwar bestreitet es neuerdings v. Linstow (32), indem er sagt: „Auffallen muss es daher (es ist vorher behauptet, dass die Entwicklung der Embryonen „selbstredend nur als eine ungeschlechtliche Fortpflanzung aufgefasst werden könne“), wenn die Forscher, welche unseren Parasiten beschrieben haben, an dem Haupttier Hoden, Cirrus, Ovarium, Uterus gesehen haben wollen, denn es ist von diesen Organen nichts vorhanden“; für diese Behauptung, durch welche die sorgfältigen Untersuchungen Wageners über die Geschlechtsorgane des *Gyrodactylus* ohne weiteres als irrtümlich hingestellt werden, bringt v. Linstow indes keinerlei Beweise vor.

Von den älteren Autoren hatte bereits v. Siebold (44) den Hoden gesehen, als eine „kleine rundliche Höhle, dicht hinter der Keimstätte, in welcher sich kurze, wurmförmige Körperchen lebhaft schlängelnd bewegten.“ Ob diese Körperchen Spermatozoïden waren, lässt v. Siebold dahingestellt sein.

Auch Wagener war in seinen früheren Untersuchungen (50) noch nicht zur Erkenntnis der Geschlechtsorgane gekommen. P. J. van Beneden (3) hält den von v. Siebold gesehenen Körper für einen Hoden, bezeichnet jedoch, wohl nur aus Versehen, in der Abbildung das im Eileiter liegende Ei als „testicule“.

Der Hoden liegt als ein im ganzen kugeliger Sack hinter dem den Ganzen mittleren Teil des Körpers ausfüllenden Uterus, dorsal

vom Eileiter, und ist beiderseits von den Darmschenkeln, nach hinten vom Eierstock eingeschlossen (Fig. 2 u. 21, *t.*) Er besitzt eine deutliche, ziemlich derbe eigene Membran mit kleinen Zellkernen, wie auch Schwarze (41) bei *Distomum endolobum* „spärliche abgeflachte Kerne“ antrifft. Sein Inhalt besteht aus vielkernigen Samenbildungszellen und fadenförmigen Spermatozoen mit schwach verdicktem Kopfende.

Noch ist eine eigentümliche Beobachtung zu erwähnen, die ich an mehreren Tieren machte. Hier war nämlich der Hoden mit einer wässerigen Flüssigkeit prall gefüllt, übertraf den Uterus noch an Grösse und hatte diesen, sowie das Ootyp ganz nach vorn gedrängt. Ihrer Seltenheit halber dürfte diese Erscheinung wohl für einen pathologischen Zustand zu halten sein. Auf der linken Seite entspringt aus dem Hoden eine sehr feine Röhre, die in leicht gewundenem Verlauf an der Seite des Uterus, dann dorsal von ihm nach dem hinter dem Pharynx gelegenen männlichen Begattungsorgane verläuft. Wagener scheint den Anfangsteil dieses Vas deferens gesehen zu haben, denn er spricht vom Ausführungsgange des Hodens als von einem kurzen Rohr, „das die obere Wand des Eileiters zu durchbrechen scheint.“ Eine Untersuchung von Querschnittserien lässt diese Angabe als irrtümlich erscheinen, wie denn überhaupt jetzt ein Zusammenhang der männlichen und weiblichen Organe bei den Trematoden, digenetischen wie monogenetischen, allgemein in Abrede gestellt wird [Stieda (46)].

Nur Zeller (57) behauptet noch für *Polystomum integerrimum* die Existenz eines Kanales, welcher den Hoden mit der Stelle der weiblichen Organe verbinden soll, wo der Ausführungsgang des Eierstockes und der gemeinsame Dottergang zusammenmünden. Doch wird auch die Existenz dieser Ausnahme von J. Jjima (24) in Abrede gestellt; vielmehr soll der betreffende Gang die weiblichen Teile nicht mit dem Hoden, sondern mit dem Darm in Verbindung setzen und der Ableitung überflüssiger Dottermasse dienen.

Das männliche Begattungsorgan (Fig. 1, *c*), von dem Wagener eine detaillierte Abbildung gibt, liegt in der vorderen Körperhälfte auf der Bauchseite, kurz hinter dem Pharynx und links von der Mittellinie in einer von der äusseren Haut gebildeten Einstülpung als ein rundlich birnförmiger, in der Längsachse durchbohrter muskulöser Körper. Die Wandung des Sackes erscheint durch circulär verlaufende

Muskelfasern fein quergestreift und wird von feinen, leicht S-förmig gebogenen Chitinstäbchen gespannt erhalten, welche an ihrer Basis etwas verbreitert und an der freien Spitze fein geknöpft sind; am äusseren Rande liegt ein dreispitziges, gleichfalls chitinöses Plättchen, das bei der Begattung eine Rolle als Haftapparat spielen dürfte. An den Penis schliesst sich ein schlauchförmiger Sack an, der leicht gebogen von der dorsalen Seite her in eine mehr oder weniger grosse Blase einmündet, welche oberflächlich auf der Bauchseite dicht vor dem vorderen Ende des Uterus liegt (Fig. 1, *vs*).

Wagener, der auch eine Abbildung des Cirrus gibt, vergleicht dieses letztgenannte Organ mit der Vesicula seminalis exterior der Distomeen und hält es für ein Samenblasenrudiment, weil er nie Samenfäden darin vorfand. Ich habe nun, wenn auch nicht häufig, doch wiederholt dasselbe sehr gross und mit Samenfäden strotzend gefüllt gefunden, weshalb ich es für eine noch funktionierende Vesicula seminalis ansprechen muss. Hinter der Samenblase und zu beiden Seiten des Oesophagus liegen vier grosse Zellen mit körnigem, bräunlichem Inhalt und hellen, bläschenförmigen Kernen, die je ein dunkles, excentrisch liegendes Kernkörperchen einschliessen. Dieselben sind wohl als Prostatadrüsen, wie sich solche bei anderen Trematoden gleichfalls finden, anzusehen, da sie mit dem Cirrhusbeutel in Zusammenhang stehen. Ihre Grösse ist wechselnd und bisweilen sehr beträchtlich (Fig. 1, *pr*).

Hinsichtlich *G. gracilis* und *medius* ist noch zu bemerken, dass bei ersterem der Cirrhusbeutel links unmittelbar neben der Medianlinie, bei letzterem dagegen auf der rechten Seite davon liegt.

b) Die weiblichen Geschlechtsorgane.

Hinsichtlich der weiblichen Geschlechtsorgane der Trematoden herrscht bis heute noch unter den Forschern mancherlei Meinungsverschiedenheit. Dies mag nicht nur seinen Grund darin haben, dass dieselben von denen der anderen Tierformen im Bau abweichen, sondern auch bei den einzelnen Gattungen und selbst Arten derselben Gattung bedeutende Verschiedenheiten aufweisen.

Im allgemeinen besteht der weibliche Geschlechtsapparat aus folgenden Teilen: dem Eierstock, welcher die Eizellen liefert, den Dotterstöcken, welche dieselben mit Nahrungsdotter umhüllen, und den Schalendrüsen, deren Sekret das Ganze in eine Schale ein-

schliesst. Von dem aus der Vereinigung des Eier- und Dottergangs entstandenen Kanal, der sich in den ausführenden Uterus fortsetzt, zieht meist ein Kanal nach der Oberfläche, der als Vagina gedeutete sog. Laurer'sche Gang.

v. Siebold (42) war der erste, welcher erkannte, dass ein bis dahin als Hoden aufgefasstes Organ bei einem *Distomum* keine Samenfäden, sondern „Keimbläschen" enthalte und daher als „Keimstock" zu bezeichnen sei, dass die bis dahin als Eierstöcke aufgefassten Drüsen Dottermassen lieferten, und dass die Eier aus Keimbläschen und Dotter beständen.

Leuckart (20) stellte sodann fest, dass der Keimstock vielmehr vollständige Zellen enthalte, „Keimzellen", deren Kerne die Keimbläschen der durch die Vereinigung von Keimzellen und Dotterzellen gebildeten fertigen Eier darstellen.

Durch das Auffinden einer dickeren, eiweissartigen Schicht zwischen Zellwand und Kern der „Eikeime" von *Polystomum*, *Octobothrium* und *Diplozoon* wurde v. Siebold (43) veranlasst, sich dieser Ansicht anzuschliessen und die Zellnatur des Produktes des Keimstockes, des „Eikeimes", anzuerkennen.

Während Kölliker (26) und Thaer (48), an der alten Anschauung festhaltend, die Benennung „Keimbläschenstock" bezw. „Keimbläschen" beibehielten, bestätigte Aubert (1) die Zellnatur der Produkte des „Keimstockes" und nennt ihn daher richtiger „Eierstock".

Ein Vergleich des Trematodeneies mit den Eiern anderer Tiere führte E. van Beneden (4) zu einer Unterscheidung zwischen Protoplasma und Deutoplasma. Das letztere, welches bei den Eiern anderer Tiere sich als Dotterkörnchen im Protoplasma suspendiert findet, werde bei den Plattwürmern in besonderen Organen, in den Dotterstöcken (Deutoplasmigènes) gebildet; die weibliche Geschlechtsdrüse liefere also in diesem Falle dotterlose Eier und heisst Keimstock (germigène), das Sekret der Dotterstöcke der Plattwürmer ist somit dem Deutoplasma dotterhaltiger Eier gleichwertig.

Demgegenüber tritt Ludwig (35) entschieden dafür auf, dass nur die „Keimstockszelle" das eigentliche Ei ist, während das Sekret der Dotterstöcke eine Hüllschicht darstelle; denn allein die vom „Keimstock" gelieferte Zelle mache den Furchungsprozess durch und liefere den Leib des Embryo. Gegen die Anschauung van Benedens

von der Identität des in den Eiern anderer Tiere enthaltenen Nahrungsdotters und des bei den Trematoden in den Dotterstöcken gebildeten Dotters macht er mit Recht geltend, dass hier van Beneden „physiologische und morphologische Gleichwertigkeit durcheinander werfe“, weil er sich darauf stütze, dass beide Arten von Dotter als Nahrungsmaterial vom Embryo verzehrt werden, mithin trotz verschiedener Herkunft identisch seien. Ludwig kommt schliesslich zur Bezeichnung „Eierstock“ für Keimstock und „Hülldrüsen“ oder „Eihülldrüsen“ für Dotterstöcke, letztere betrachtet er als accessorische Drüsen.

Auch Zeller (57) nimmt die Bezeichnung „Eierstock“ an, da sein Produkt „nicht bloss ein Eikeim, sondern das ganze Ovulum ist.“

Minot (38) nennt die Dotterstöcke „Eifutterstöcke“.

Taschenberg (47) verwirft gleichfalls die Bezeichnung „germigène“ oder „Keimstock“, weil die in diesem Organe entstandenen Gebilde wirkliche Eizellen sind.

Graff (21) hält an einer Arbeitsteilung in der Art fest, dass aus dem ursprünglichen Ovarium ein Keimstock und Dotterstöcke entstanden sind, demnach weder der Keimstock noch die Dotterstöcke als Ovarien bezeichnet werden können, und die primordiale Eizelle des Keimstocks physiologisch dem Ovarialei ungleichwertig ist, da sie erst durch den Hinzutritt des Dotters befruchtungs- und entwicklungsfähig wird; er spricht daher von Keimstock und Dotterstöcken. Dieser Auffassung schliesst sich auch Braun (11) an.

Nach Lang (28) hinwiederum sind die Dotterstöcke, im Gegensatz zu Ludwigs Anschauung, keine neu auftretenden accessorischen Drüsen, sondern umgewandelte Ovarien oder Teile von Ovarien; es findet indes eine Arbeitsteilung in der Weise statt, dass ein Teil der keimbereitenden Organe befruchtungs- und entwicklungsfähige Eier liefert, der andere „modifizierte, den ersteren zur Nahrung dienende“, mit Dotter beladene Eizellen, welche nicht mehr befruchtungs-, nicht mehr entwicklungsfähig sind, eben die Dotterzellen; die ersteren sind die Keimstöcke, die letzteren die Dotterstöcke.

Bemerkt sei noch, dass v. Linstow (32) in neuester Zeit noch den ältesten Standpunkt vertritt, indem er von „Keimbläschen“ spricht, die aus dem Ovarium kommen und befruchtet werden!

Betrachten wir nun die Verhältnisse, wie sie *Gyrodactylus* darbietet, so scheinen dieselben für die Richtigkeit der Lang'schen An-

schauung zu sprechen, indem wir nämlich einen Eierstock vorfinden, indes die Dotterstöcke zwar vorhanden sind, aber noch mit dem Eierstock zusammenhängen und nur Aussackungen desselben darstellen, ohne zu einer vollkommenen Trennung von ihm gelangt zu sein.

Der Eierstock liegt zum grössten Teil auf der Bauchseite in der hinteren Hälfte des Tieres. Der Ventralfläche der Darmschenkel aufliegend, umfasst er dieselben von der Seite her mit Fortsätzen, welche sich auf der Rückseite der Darmschenkel zu sieben, mehr oder weniger selbständigen, rundlichen Lappen ausbreiten. Vier derselben liegen sich paarweise einander gegenüber, während die drei hinteren auf resp. zwischen den blinden Enden der Darmschenkel angeordnet sind. Die Lappen sind unter sich ganz oder fast ganz getrennt, mit dem Ovarium selbst hängen sie durch mehr oder weniger dünne, bisweilen fast stielförmige Verbindungsstücke zusammen (Fig. 2, *ovd*). Dieses Verhalten kann, wie mir scheint, als das Stadium der beginnenden Trennung eines ursprünglich einheitlichen Ovariums in zwei funktionell verschiedene Organe, Eier- und Dotterstock, aufgefasst werden.

Das ganze Organ ist von einer starken Membran umhüllt. Der Eierstock zeigt in einer klaren Grundmasse bläschenförmige Zellkerne mit Kernkörperchen; um den Kern ist feinkörniges Protoplasma gelagert, ohne dass indes eine deutliche Zellgrenze nachweisbar ist (Fig. 21).

In den als Dotterstöcken gedeuteten Aussackungen findet sich ein reichliches, körniges Protoplasma mit spärlichen runden, an der Wand des Organes liegenden Kernen.

Die soeben beschriebenen Verhältnisse treffen nur für *Gyrodactylus elegans* zu; bei *G. gracilis* und *G. medius* dagegen fehlen die Ausstülpungen und die protoplasmareichen Eier des Ovariums zeigen deutliche Zellgrenzen, ein Umstand, der zur Stütze der oben ausgesprochenen Ansicht dienen dürfte, indem hier in dem noch einheitlichen Eierstock bereits völlig fertige, zum Eintritt in den Eileiter und Uterus reife Eier liegen.

Aus dem Ovarium tritt das Ei in den Eileiter. Derjenige Teil des Eileiters der Trematoden, in welchem das Ei zur Ablage reif wird, das heisst, seine definitive Ausbildung durch Umhüllung mit

Dotterelementen und Einschliessung in eine Schale erfährt, wird verschieden benannt.

Van Beneden (3) nennt ihn „Ootyp", eine von vielen Autoren angenommene Bezeichnung; Zeller (57), Lorenz (34) und Taschenberg (47) gebrauchen dafür „Uterus". Braun (11) nennt den ganzen weiblichen Leitungsapparat von der Geschlechtsdrüse bis zur Geburtsöffnung „Keimleiter, Germiduct".

Bei *Gyrodactylus* nenne ich den sich an das Ovarium unmittelbar anschliessenden Teil des Eileiters mit Wagener einfach „Eileiter". In der That stellt er den gesamten Eileiter dar, weil das Ei, nachdem es ihn verlassen hat, sofort in denjenigen Raum eintritt, wo es seine Embryonalentwicklung durchläuft; letzterem verbleibe daher die von Wagener dafür gebrauchte Bezeichnung „Uterus".

Der Eileiter stellt einen häutigen Schlauch dar, der ventral quer hinter dem Anfangsteil des Uterus gelegen, durch einen feinen kurzen Kanal auf einer Papille (Fig. 13, *p*) in der Höhle des Uterus mündet.

Dorsal von ihm finden sich vier längliche, drüsenartige Zellen mit feinkörnigem Inhalt und hellem Kern, die in Form und Lage ganz den Schalendrüsen anderer Trematoden entsprechen und Ausführgänge in der Richtung nach dem Eileiter besitzen, deren Einmündung in letzteren übrigens nicht festgestellt werden konnte (Fig. 13, *sd*).

Der nächstfolgende Teil des weiblichen Leitungsapparates, der Uterus, stellt eine länglich-ovale, von einer ziemlich derben Membran ausgekleidete Höhle dar, die je nach dem Inhalt bis zu drei Vierteilen des ganzen Körpers einnehmen kann. Hinter Eileiter und Hoden, zu beiden Seiten und vorn von den Darmschenkeln begrenzt, drängt er, durch einen reifen Embryo ausgedehnt, die benachbarten Organe von ihrer Stelle, die Darmschenkel nach aussen, die Geschlechtsorgane nach hinten. An seinem hinteren Pole zeigt sich, wenn er leer oder nur wenig durch seinen Inhalt ausgedehnt ist, eine durch Verdickung seiner Membran gebildete papillenartige Erhebung, auf deren Spitze, wie angegeben, die Mündung des Eileiters liegt (Fig. 13, *p*). An dem vorderen Pol bemerkt man gleichfalls eine Verdickung, in welcher mehrere bläschenförmige Kerne mit scharf umschriebenen Kernkörperchen dicht nebeneinander liegen.

Es erübrigt noch die Beantwortung der Frage, wie das Sperma zum Ei gelangt? Ich brachte folgendes darüber in Erfahrung. An einem Tier, welches ich vorher mit einem anderen in inniger Verbindung beobachtet hatte, die ich als eine Begattung aufzufassen geneigt bin, fanden sich im Eileiter eine Menge Samenfäden, das darin liegende Ei lebhaft umschwärmend. Desgleichen fand sich eine grosse Anzahl derselben im Uterus; dort hat schon Wagener solche angetroffen und meinte, sie seien aus dem Eileiter hineingelangt. Da aber eine Verbindung des Hodens mit dem Eileiter nicht existiert, mithin eine innere Selbstbefruchtung unmöglich ist, so können sie in den Eileiter nur von aussen, und zwar durch den Uterus oder direkt durch einen den Eileiter mit der Körperoberfläche in Verbindung setzenden Kanal gelangt sein. Ein solcher aber ist bei *Gyrodactylus* nicht vorhanden.

Bei vielen anderen Trematoden findet sich ein solcher in Gestalt des sog. Laurer'schen Kanals, der von vielen Autoren, so von Stieda, Blumberg, Bütschli, Zeller, Minot, Taschenberg, Lorenz, Kerbert u. a. als ein von den weiblichen Organen nach aussen führender und als Scheide funktionierender Schlauch beschrieben wird. Die Untersuchungen anderer Forscher lassen es wieder mindestens zweifelhaft erscheinen, ob letztere Funktion dem Laurer-schen Kanal zukommt. Nach Zeller (57) existiert nämlich derselbe bei *Polystomum integerrimum* und nach Wierzejski (54) bei *Calicotyle Kroyeri* neben je zwei, nach Lorenz (34) bei *Axine* neben einer wirklichen Scheide.

Looss (33) beobachtete bei *Distomum clavigerum* direkt, wie nicht der Laurer'sche Kanal, sondern der Endabschnitt des „Fruchthälters“ als Scheide benutzt wurde.

Man sieht, dass die Frage, wo die weibliche Begattungsöffnung bei den Trematoden sich befindet, noch eine für die meisten Fälle offene ist. Da *Gyrodactylus* keinen Laurer'schen Kanal besitzt, so bleibt nur die Möglichkeit übrig, dass das Sperma durch eine Öffnung des Uterus nach aussen, die zugleich als Geburtsöffnung dient, in denselben und von da in den Eileiter zum Ei gelangt.

II. Lebensweise.

Gyrodactylus wurde von v. Nordmann im Kiemenschleime von *Cyprinus Brama* und *C. Carpio* gefunden. Creplin fand ihn

an den Flossen und dem Körper junger Stichlinge (*Gasterosteus aculeatus*); v. Siebold ausserdem an Kiemen und Flossen von *Gasterosteus pungitius, Cyprinus phoxinus* und *Cobitis barbatula;* Wagener auch auf *Esox lucius*, *Cyprinus gobio*, *C. carassius*, *C. erythrophthalmus, C. alburnus* und *Cobitis fossilis.*

Das Material für meine Untersuchung lieferten *Cyprinus carpio, C. rutilus*, *C. erythrophthalmus, Tinca vulgaris*, *Lota vulgaris*, *Gobio fluviatilis* und *Cobitis barbatula.* Die Verteilung der von mir beschriebenen Arten von *Gyrodactylus* auf die einzelnen Fischspecies ist in Abschnitt III. angegeben. Auffallend war mir, dass ich, entgegen den meisten Angaben, mit einer einzigen Ausnahme, auf den Kiemen immer nur sehr wenig *Gyrodactylus* fand, weitaus die Mehrzahl auf der Körperoberfläche und den Flossen. Auch sassen bei den Karpfen immer einige auf der Hornhaut des Auges, sowie auf den Lippen und Bartfäden.

Die Nahrung unseres Parasiten besteht, wie der Darminhalt zeigt, aus Blut- und Epidermiszellen des Wohntieres.

Die Art der Fortbewegung lässt sich am besten mit dem Kriechen einer Geometridenraupe vergleichen. Mit der Haftscheibe festsitzend, tastet das Tier mit dem Vorderteile des Körpers, das dabei lebhaft ausgestreckt und wieder eingezogen wird, erst nach allen Richtungen umher, plötzlich drückt es die Spitzen der beiden Kopfzipfel fest an und zieht, mit der Haftscheibe loslassend, den übrigen Körper nach. Sucht man den angepressten Kopfteil gewaltsam von seiner Unterlage zu entfernen, so zieht das aus den Ausmündungen der Drüsengänge ausgetretene und offenbar sehr fest anhaftende Sekret lange, zähe Fäden; selbst an konservierten Tieren kann man noch die Beobachtung machen, dass die Kopfzipfel mitunter fest am Glas kleben bleiben.

Schwimmen, wie dies für einige wenige Trematoden angegeben wird, kann *Gyrodactylus* nicht. Von seiner Stelle entfernt, bewegt er sich im freien Wasser sehr unbeholfen und sucht alsbald wieder einen Ansatzpunkt zu gewinnen. Auch hängt er sich mittels der Haftscheibe manchmal von unten her an der Wasseroberfläche an.

Eine Entfernung von seinem Wirtstiere verträgt dieser Parasit verhältnismässig gut und es ist mir mehrmals gelungen, ihn auf noch nicht infizierte Fische zu übertragen, indem ich ihn in einem günstigen Momente mit der Pipette aufsaugte und dann deren Mün-

dung an die Haut des zu besetzenden Fisches anpresste. Wartete ich einige Zeit, so sah ich ihn suchend an der Wand des Glasröhrchens umherkriechen. Traf er dann auf die Haut des Fisches, so zögerte er meist nicht lange, darauf Platz zu nehmen.

Will man Gyrodactylen einige Zeit isoliert am Leben erhalten, so genügt es, sie in ein Schälchen mit reinem Wasser zu bringen und letzteres möglichst frisch zu erhalten; doch dürfen keinerlei verwesende Teile des Fisches im Wasser enthalten sein. Handelt man dementsprechend, so kann man die Tiere mehrere Stunden am Leben erhalten; einmal gelang mir dies bis zu zwölf Stunden. Gewöhnlich sterben sie jedoch weit früher ab. Auf dem Objektträger halten sie sich, vorausgesetzt, dass das Deckglas keinen Druck auf sie ausübt, was mittels Glasfäden oder Wachsfüsschen leicht erreicht werden kann, bis zu zwei Stunden. Bei Druck hingegen sterben sie alsbald ab, trüben sich und zerfliessen. Bemerkenswert ist noch die Thatsache, dass an verendeten Fischen die an den Kiemen sitzenden Individuen sehr rasch absterben, die an der Körperoberfläche und den Flossen sich befindenden viel länger ausdauern.

Es möge hier auch noch auf die Frage eingegangen werden, ob und welche pathologische Erscheinungen durch *Gyrodactylus* an der Haut der Fische hervorgerufen werden.

Über den schädigenden Einfluss, den ektoparasitische Trematoden auf ihre Wirtstiere ausüben, ist mir aus der Litteratur nur eine Angabe und zwar von Baer (2) bekannt. Er berichtet von *Nitzschia elongata*, dass an der Stelle, wo der Saugnapf festsitze, eine denselben ausfüllende hyperämische Wucherung der Haut entstehe. Nun fand ich die ersten Gyrodactylen auf Spiegelkarpfen, welche ebenfalls mit einer hyperämischen, weissen Wucherung der Epidermis behaftet waren, die sich mitunter über den grössten Teil der Körperoberfläche erstreckte. Obschon sich nun die Parasiten immer in besonders grosser Anzahl an den erkrankten Stellen fanden, brachte mich von der Annahme, dass durch sie auch die Erkrankung verursacht sei, doch die Erwägung ab, dass die Ausdehnung und Intensität der Wucherung in gar keinem Verhältnisse stand zu dem Reize, den die Haftscheibe mit ihrem Hakenapparat hervorrufen könnte, und dass dieser Reiz schon deshalb nicht sehr stark wirken könne, weil die Tiere öfters ihren Platz wechseln; dass ferner auch Fische, welche von Hunderten von Gyrodactylen bewohnt wurden,

keine Spur dieser Veränderung zeigten und endlich das massenhafte Auftreten gerade an den erkrankten Stellen in hinreichender Weise in der durch ihre Hyperämie verursachten Erleichterung der Nahrungsaufnahme erklärt wird.

III. Systematik des Genus Gyrodactylus.

Das Genus *Gyrodactylus* wurde von Alexander von Nordmann (39) aufgestellt und unter demselben zwei Arten, *G. elegans* und *G. auriculatus*, beschrieben. Letzterer gehört jetzt der Gattung *Dactylogyrus* an, unter die er von Diesing (17) eingereiht wurde.

In „Frorieps Neuen Notizen 1838“ (13) verteidigt Creplin dasselbe gegen Diesing (15), welcher es als der *Axine Belones* Abildgaard nahestehend bezeichnete; für Creplin steht *Gyrodactylus* offenbar in der Reihe der niederen Tiere „bedeutend höher als die *Axine*, das *Diplozoon* und alle noch bekannten Octobothrien.“ Er weiss aber nicht recht, ob die Gyrodactylen überhaupt Helminthen sind „oder vielmehr nur den Übergang von ihnen zu höheren Tieren machende Helminthoden,“ schliesst indes aus der Lage des wahrscheinlich den Mund darstellenden Porus am Vorderkörper, dass sie vielleicht in die Nähe der Trematoden zu bringen seien. Am wenigsten möchte er sie, wie v. Nordmann will, den „Cestoideen“ zuteilen; es scheint ihm nach Beobachtungen an zwei Exemplaren offenbar, dass sie sich durch Teilung des Körpers fortpflanzen. Welcher Art dieser „Teilungsvorgang“ war, wird leider nicht angegeben, doch hat es sich wahrscheinlich um die Geburt eines reifen Embryo gehandelt.

Auch Dujardin (18) weiss *Gyrodactylus* nicht unterzubringen: „Toutefois, on ne peut classer convenablement ces petits vers non adultes parmi les trématodes.“ Er untersuchte selbst den von v. Nordmann als *G. auriculatus* beschriebenen *Dactylogyrus* und bildet ihn mit zwei Haken in der vorderen Körperhälfte ab, die er als Haken der Genitalöffnung bezeichnet. Ebenso finden sich in der Abbildung einer von ihm neu beschriebenen Art, *G. anchoratus,* zwei Haken in derselben Körpergegend abgebildet. Mir ist es nun zweifelhaft, ob er *Dactylogyrus*- oder *Gyrodactylus*-Arten vor sich hatte. Für letztere Annahme spräche vielleicht die Darstellung der beiden Haken an der Bauchfläche (die grossen Haken eines im Innern liegenden Embryos), doch könnten es auch Genitalhaken eines *Dactylogrus* sein; für die erste die vier Kopfzipfel und vier Augenpunkte. Doch ist

aus den beigegebenen Abbildungen überhaupt wenig zu folgern, weil einesteils schon die kleinen Häkchen am Rande der Haftscheibe in Zahl und Stellung von denen in der von v. Nordmann gegebenen Zeichnung abweichen, und das zweite Paar Kopfzipfel in allen Abbildungen wenig deutlich ist, in der des Vorderteils von *G. auriculatus*, Tab. VIII. H_2, ganz fehlt, andernteils die schon von v. Nordmann festgestellten, beide Arten, *G. elegans* und *auriculatus*, voneinander unterscheidenden Merkmale zusammengeworfen und als für die ganze Gattung *Gyrodactylus* charakteristisch hingestellt werden.

v. Siebold (44) stellt auf Grund des Hakenapparates und anderer Organisationsverhältnisse die Gattung in die Ordnung der Trematoden, scheidet aber noch nicht *Dactylogyrus* als eigenes Genus aus. Diese Trennung nahm erst Diesing in seinem Systema Helminthum (17) vor und beschreibt unter *Gyrodactylus* drei Arten: *G. elegans* v. Nordmann, *G. Dujardinianus* (*G. auriculatus* Dujardin) und *G. anchoratus* Dujardin. Dabei fasst er die beiden letzteren nach Dujardin mit vier Kopfzipfeln und vier Augenpunkten versehenen Arten unrichtiger Weise unter das, wie er selbst angibt, durch zwei Kopfzipfel charakterisierte Genus *Gyrodactylus*; richtig dagegen benennt er die von Dujardin als *G. auriculatus* v. Nordm. beschriebene Art neu, weil sie mit der v. Nordmann'schen Art nicht identisch ist und stellt den *G. auriculatus* v. Nordm. unter das neue Genus *Dactylogyrus*. Nach der Entdeckung v. Siebolds bezüglich der Fortpflanzungsverhältnisse des *Gyrodactylus* verbessert er seine Diagnose dieser Gattung dementsprechend und hebt für *Dactylogyrus* als charakteristisches Merkmal die Fortpflanzung durch „Keimkapseln" hervor. Trotzdem belässt er auch hier noch *Dactylogyrus Dujardinianus* und *anchoratus* unter der Gattung *Gyrodactylus*.

Einen Schritt rückwärts thut dann P. J. van Beneden (3), indem er die von Diesing hergestellte Trennung wieder verwirft. Die Unterschiede erscheinen ihm unzureichend, selbst die Verschiedenheit in der Fortpflanzung; auch identifiziert er wiederum den *G. auriculatus* v. Nordm. mit dem Dujardin'schen *G. auriculatus*. Indes ist, wie beiläufig bemerkt sein mag, der *G. auriculatus* van Benedens weder mit dem von v. Nordmann, noch mit dem von Dujardin unter diesem Namen, noch endlich mit dem als *Dactylogyrus auriculatus* Diesing und *D. auriculatus* von v. Siebold beschriebenen Tiere

identisch, sondern eine andere, jedenfalls aber zum Genus *Dactylogyrus* gehörige Art.

Sein *G. elegans* hingegen ist zwar ein echter *Gyrodactylus*, aber nicht der von Wagener als *G. elegans* v. Nordm. beschriebenen Species gleichzusetzen, sondern eine neue, von mir *G. gracilis* benannte Art.

Die Neubeschreibungen verschiedener Arten *Gyrodactylus* durch Wedl (53) können hier unberücksichtigt bleiben, da er trotz der Diesing'schen Diagnose unter diesem Gattungsnamen lauter Dactylogyren beschreibt. Es sind dies seine: *G. auricularis*, *cochlea*, *crassiusculus*, *tenuis*, *cruciatus*, *falcatus* und *mollis*. Ebenso bezieht sich eine Notiz von Bradley (8) auf einen *Dactylogyrus*.

Von da ab ist die Trennung beider Genera unbestritten beibehalten worden, und finden sich die betreffenden Diagnosen in „Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs, IV. Bd. *Vermes*."

Hatte es so schon Schwierigkeiten genug gehabt, bis die Gattungen *Gyrodactylus* und *Dactylogyrus* definitiv getrennt waren, so blieb hingegen die Frage offen, ob die von den späteren Autoren untersuchten Gyrodactylen alle ein und derselben Art angehörten, und ob diese mit der von v. Nordmann aufgestellten Species identisch sei.

v. Siebold (44) nimmt dazu keine Stellung, und aus dem Text lässt sich, zumal keine Abbildungen beigegeben sind, kein diesbezüglicher Schluss machen.

van Beneden (3) sagt: „Il y a quelque différence entre nos figures et les dessins de M. Nordmann, mais ces différences proviennent probablement de la position des organs sous l'effet de la compression."

Wagener lässt in seiner ersten Arbeit (50) die Frage unbeantwortet, während er in der zweiten (51) zugibt, dass sich spezifische Unterschiede in dem Hakenapparat in seiner und der v. Nordmannschen Darstellung finden, glaubt aber dieselben auf kleine Ungenauigkeiten in der Zeichnung zurückführen zu dürfen.

Im Laufe meiner Untersuchung kam ich, wie schon eingangs erwähnt, bald zu der Überzeugung, dass die von v. Nordmann gegebene Beschreibung und Abbildung nicht zur Entscheidung der Frage hinreichten, ob die später als *G. elegans* v. Nordm. beschriebenen Tiere mit der Originalform identisch seien. Dagegen

gelang es mir, festzustellen, dass van Beneden und Wagener zwei verschiedene Species vor sich hatten, die ich beide wieder auffand, und eine dritte noch ganz neue Art zu entdecken. Die van Beneden'sche Art ist mein *G. gracilis*, für die von Wagener als *G. elegans* v. Nordmann bezeichnete Art habe ich diesen Namen beibehalten.

1. *Gyrodactylus elegans* v. Nordm. (nicht identisch mit der von van Beneden beschriebenen Form dieses Namens, dagegen identisch mit Wageners *G. elegans* v. Nordm.) Grösse 0,5—0,8 mm. Diese Art ist der ganzen Untersuchung zu Grunde gelegt; ich fand sie bisher nur auf dem Karpfen (*Cyprinus carpio*).

2. *Gyrodactylus medius* nov. spec. (Fig. 2, 3, 8). Grösse 0,3—0,35 mm; lebt auf *Cobitis fossilis* und *Cyprinus carpio.* Die Hautschicht ist dicker als bei der vorigen Art. Die Drüsenzellen der zweiten und dritten Gruppe der Kopfdrüsen liegen dicht bei einander. Ihre Ausführgänge verlaufen dorsal in der Medianlinie. Die Haftscheibe mit ihrem Hakenapparat ist der von *G. elegans* ähnlich; nur sind die beiden grossen Haken schlanker und liegen enger aneinander. Die sie verbindende grosse Klammer besteht aus einem einfachen Querstück ohne proximale und dorsale Fortsätze. In der Haftscheibe, besonders zwischen je zwei Randlappen, liegen regelmässig Zellkerne angeordnet. Sehr zahlreich sind solche Kerne ferner im Parenchym des ganzen Körpers zerstreut. Die Pharyngealkegel sind ziemlich kurz, dick und stumpf. Das Darmepithel ist sehr hoch. Das Ovarium entbehrt der dorsalen Ausstülpungen. Die beiden Hälften stossen auf der Bauchseite aneinander und greifen mit alternierenden Vorsprüngen ineinander ein. Der Cirrhusbeutel liegt regelmässig rechts. Es verdient bei der Ähnlichkeit dieser Form mit *G. elegans* hervorgehoben zu werden, dass ich in einem Falle auf ein und demselben Karpfen zahlreiche Individuen beider Arten in allen Entwicklungsstufen (bezüglich des in ihnen enthaltenen Embryos) antraf, ohne dass sich vermittelnde Übergänge zwischen den an Grösse so verschiedenen Tieren vorfanden.

3. *Gyrodactylus gracilis* nov. spec. (Fig. 4, 7), (identisch mit der von van Beneden als *G. elegans* beschriebenen Form). Grösse 0,18—0,32 mm; findet sich auf *Leuciscus rutilus, erythrophthalmus, Cyprinus carpio, Gobio fluviatilis* und *Cobitis fossilis.* Die Hautschicht ist verhältnismässig sehr dick. Von den Kopfdrüsen

besteht die mittlere Gruppe aus polygonalen Zellen. In den Kopfzipfeln bilden die Ausführgänge dicke, keulenförmige, das Volumen der zugehörigen Drüsenzellen übertreffende Anschwellungen. Die grossen Haken der Haftscheibe sind glatt, mit leicht gewelltem Rand der stark divergierenden Basalteile. Der Klammerapparat besteht aus je einem ventral distal und dorsal proximal gelegenen Verbindungsstück. Die mit einem hohen Epithel bekleidete Wandung der Darmschenkel bildet viele in das Lumen derselben vorspringende Falten. Die Mundspalte liegt weit nach vorn und steht durch eine ziemlich lange Röhre mit dem Pharynx in Verbindung. Letzterer setzt sich aus zwei länglichrunden Körpern, in deren Innern radiäre Muskelfasern an dem centralen Rohr nach der Wand verlaufen, zusammen. Pharyngealspitzen fehlen. Das Ovarium besteht aus dicht zusammenliegenden, protoplasmareichen Eiern. Der Cirrhusbeutel liegt fast ganz in der Mittellinie dicht hinter dem Pharynx.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, Herrn Dr. Schuberg für die mir freundlichst erwiesene Unterstützung bei vorliegender Arbeit meinen besten Dank hiermit auszusprechen.

Litteraturverzeichnis.

1. Aubert, A., Über das Wassergefässsystem, die Geschlechtsverhältnisse, die Eibildung und die Entwicklung des *Aspidogaster conchicola.* (Z. f. w. Z.[1]), 6. Bd., 1855.)
2. Baer, K. E. v., Beiträge zur Kenntnis der niederen Tiere. (Nov. act. Acad. Caes. Leop. Carol., tom. XIII, p. II. Bonn 1827.)
3. Beneden, P. J. van, Mémoire sur les vers intestinaux. (Suppl. aux Compt. rend. des séances de l'Acad. d. sc., tom. II. Paris 1858.)
4. Beneden, E. van, Recherches sur la composition et la signification de l'oef. Bruxelles 1870.
5. Biehringer, Joachim, Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Trematoden. (Arb. aus d. zool.-zoot. Institut Würzburg, VII. Bd., 1884.)
6. Blumberg, Über den Bau des *Amphistomum conicum.* Dorpat 1871.
7. Bradley, C. L., On the occurence of *Gyrodactylus elegans* on Sticklebackes in the Hampstead ponds. (Journal of the Proceedings of the Linnean Society Zoology, vol. V, 1861.)
8. —, Note of the occurence of *Gyrodactylus anchoratus* Nordm. (Ibidem).
9. Brandes, G., Zum feineren Bau der Trematoden. (Z. f. w. Z., 53. Bd., 1892.)
10. Braun, M., Über einige wenig bekannte resp. neue Trematoden. (Verhandl. der deutschen zool. Gesellschaft auf der zweiten Jahresversammlung. Leipzig 1892.)
11. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs. IV. Bd. *Vermes.*
12. Cobbold, T. Spencer, Note on *Gyrodactylus elegans.* (Quart. Journ. micr. scienc., n. ser. vol. II, 1862.)
13. Creplin, F. C. H., Frorieps Neue Notizen, VII. Bd., 1838 (p. 83).
14. —, Ersch und Grubers Allgem. Encyklopädie d. Wiss. u. Künste, 32. T., 1839, p. 301.
15. Diesing, C. M., Helminthologische Beiträge (Nov. act. Acad. Caes. Leop. Carol. tom. XVIII. Vratislav 1836.)
16. —, Revision der Myzhelminthen, Abteilung Trematoden. (Sitzungsber. d. K. Akademie d. Wiss., math. naturw. Kl., 32. Bd. Wien 1858.)
17. —, Systema Helminthum, vol. I. Wien 1850.
18. Dujardin, F., Histoire naturelle des Helminthes ou vers intestinaux. Paris 1845.
19. Fischer, Paul Moritz, Über den Bau von *Opisthotrema cochleare.* Leipzig 1883.

[1] Z. f. w. Z. = Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.

20. Frey, H. u. R. Leuckart, Lehrbuch der Anatomie der wirbellosen Tiere. Leipzig 1847.
21. Graff, L., Monographie der Turbellarien. Leipzig 1882.
22. Haswell, W. A., On Temnocephala, an aberrant monogenetic Trematode. (Quart. journ. micr. scienc., vol. XXVIII, new ser. London 1888.)
23. Hougthon, W., On the occurence of *Gyrodactylus elegans* in shropsire. (Ann. mag. nat. hist., III. ser., vol. X, 1862.)
24. Ijima, Isao, Über den Zusammenhang des Eileiters mit dem Verdauungskanal bei gewissen Polystomeen. (Zool. Anz., 7. Jhrg., 1884.)
25. Kerbert, Beitrag zur Kenntnis der Trematoden. (Arch. f. mikr. An., 19. Bd., 1881.)
26. Kölliker, A., Über *Tristoma papillosum* Dies. (Berichte v. d. Kgl. zoot. Anstalt zu Würzburg, II. Bericht für das Schuljahr 1847/48. Leipzig 1849.)
27. Lang, Arnold, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie und Histologie des Nervensystems der Plathelminthen. (Mitt. aus d. zool. Station zu Neapel, II. Bd., 1881, 1. Heft.)
28. —, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, I. Abt. Jena 1888.
29. Leuckart, Die Parasiten des Menschen. 2. Aufl. 1876.
30. Levinsen, G. M. R., Bidrag til Kundskab om Gronlands Trematodfauna, 1881.
31. Linstow, v., Beitrag zur Anatomie von *Phylline Hendorffii.* (Arch. f. mikr. An., 33. Bd., 1889.)
32. —, Beobachtungen an Helminthenlarven. (Arch. f. mikr. An., Bd. 39.)
33. Loos, A., Beiträge zur Kenntnis der Trematoden. (Z. f. w. Z., 41. Bd., 1885.)
34. Lorenz, L., Über die Organisation der Gattungen *Axine* und *Microcotyle* (Arb. aus d. zool. Inst. d. Univ. Wien, III. Heft, Wien 1878.)
35. Ludwig, Hubert, Über die Eibildung im Tierreiche. Würzburg 1874.
36. Macé, Recherches anatomiques sur la grande Douve du foi (*Distomum hepaticum*). Paris 1882.
37. Metschnikoff, El., Embryologisches über *Gyrodactylus elegans.* (Bull. de l'Acad. imp. de St. Petersburg, tom. XIV, 1870.)
38. Minot, Studien an Turbellarien. (Arb. aus d. zool.-zoot. Inst. Würzburg, III, 1877.)
39. Nordmann, Alexander v., Mikrographische Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Tiere, I. Heft. Berlin 1832.
40. Piesbergen, F., Die Ekto- und Entoparasiten, von welchen die in der Umgebung von Tübingen lebenden Fische bewohnt werden. (Jahresh. d. Vereins f. vaterl. Naturk. in Württemberg, 1886.)
41. Schwarze, W., Die postembryonale Entwicklung der Trematoden. (Z. f. w. Z., 43. Bd., 1886.)
42. Siebold, C. Th. v., Helminthologische Beiträge III. (Arch. f. Naturgesch., 2. Jhrg., 1836, 1. Bd.)
43. —, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. Berlin 1848.
44. —, *Gyrodactylus*, ein ammenartiges Wesen. (Z. f. w. Z., I. Bd., 1849.)
45. Sommer, Die Anatomie des Leberegels, *Distomum hepaticum.* (Z. f. w. Z., XXXIV. Bd., 1880.)

46. Stieda, Ludwig, Über den angeblichen inneren Zusammenhang der männlichen und weiblichen Organe bei den Trematoden. (Arch. f. Anat. u. Phys., Jhrg. 1871.)
47. Taschenberg, E. O., Weitere Beiträge zur Kenntnis ektoparasitischer mariner Trematoden. (Festschrift zur Feier d. hundertjährigen Bestehens d. naturf. Gesellschaft in Halle a. S., 1879.)
48. Thaer, A., Über *Polystomum appendiculatum*. (Müllers Arch. f. An. u. Phys., Jhrg. 1850.)
49. Voeltzkow, A., *Aspidogaster conchicola*. (Arb. aus d. zool.-zoot. Institut Würzburg, VIII. Bd., 1888.)
50. Wagener, G. R., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Eingeweidewürmer. Harlem 1855.
51. —, Über *Gyrodactylus elegans* von Nordmann. (Arch. f. An., Phys. u. w. Med. von Reichert und Du Bois-Reymond 1860.)
52. Weber, Max, Über *Temnocephala* Blanch. (Zoologische Ergebnisse einer Reise in Ostindien. Hrsg. von Prof. M. Weber. Leiden 1889, I. Heft.)
53. Wedl, C., Anatomische Beobachtungen über Trematoden. (Sitzungsber. d. math. naturw. Klasse d. K. Akademie d. Wiss., 26. Bd., 1857. Wien 1858.)
54. Wierzejski, A., Zur Kenntnis des Baues von *Calicotyle Kroyeri Dies.* (Z. f. w. Z., 29. Bd., 1877.)
55. Zeller, E., Untersuchungen über die Entwicklung des *Diplozoon paradoxum*. (Z. f. w. Z., 22. Bd., 1872.)
56. —, Untersuchungen über die Entwicklung und den Bau des *Polystoma integerrimum* (Z. f. w. Z., 22. Bd., 1872.)
57. —, Weiterer Beitrag zur Kenntnis der Polystomen. (Z. f. w. Z., 27. Bd., 1876.)
58. Ziegler, H. Ernst, *Bucephalus* und *Gasterostomum*. (Z. f. w. Z., 39. Bd., 1883.)

Figuren-Erklärung
zu Tafel VII—IX.

Die Figuren wurden mit Ausnahme von Fig. 5 und 12 unter Anwendung des Zeichenapparates ausgeführt und zwar teils mit einem Leitz'schen (L), teils mit einem Seibert'schen (S) Mikroskope. Alle Figuren beziehen sich auf *G. elegans*, wenn nicht ausdrücklich anders bemerkt wird.

Fig. 1 u. 2. *G. elegans* von der Bauch- und Rückenseite. *kz* = Kopfzipfel. *m* = Mündung der Exkretionsgefässe, *eg* = die beiden Längsstämme des Exkretionsapparats, *ovd* = die dorsalen Lappen des Ovariums, *pr* = Prostatadrüsen, *ro* = im Kopfteil gelegener Hohlraum, *sp* = Mundspalte, *vd* = Anfangsteil des vas deferens, *vs* = vesicula seminalis, *I* und *II* = im Uterus liegender erster und zweiter Embryo. Sublimat, Boraxkarmin, Canadabalsam. L. Vergr. 240.

„ 3. *G. medius.* Subl. Boraxk. Cdb. S. Oc. 3, Obj. 3.

„ 4. *G. gracilis.* Subl. Boraxk. Cdb. S. Oc. 3, Obj. 3.

„ 5. Klammerapparat der grossen Haken der Haftscheibe von *G. elegans*, vom Rücken gesehen. Mit Kalilauge isoliert. sch_1 = proximal ventraler, sch_2 = proximal dorsaler Fortsatz. *fo* = resistenter Teil der die Hakenkrümmung deckenden Membran S. Öl-Immersion $^1/_{12}$ Oc. 1.

„ 6. Hakenapparat einer in einem Exemplar auf *Tinca vulgaris* gefundenen Art.

„ 7. Hakenapparat von *G. gracilis.* S. Oc. 1, Obj. 5.

„ 8. Hakenapparat von *G. medius.* S. Oc. 1, Obj. 5.

Anm. Die beiden auf Tafel VII ad. 1 enthaltenen Linien geben das Grössenverhältnis an, in welchem *G. elegans* bez. dessen Hakenapparat zu *G. medius* und *gracilis* bez. deren Haken hätten gezeichnet werden müssen.

„ 9. Ausführungsgänge der Kopf- und Speicheldrüsen. Osmiumsäure. Glycerin. S. Oc. 1. Öl-Imm. $^1/_{12}$.

„ 10. Frontalschnitt von *G. medius*, ventral der Hirnkommissur. *sn* = die nach hinten ziehenden, *vn* = die nach vorn zu den Kopfzipfeln gehenden Nerven. Subl. Boraxk. Paraff. Cdb. S. Öl-Imm. $^1/_{12}$.

„ 11. Sagittaler Längsschnitt durch den Pharynx. *pk* = die kernhaltigen Pharyngealkegel, *pn* = der kugelige, etwas schräg getroffene Abschnitt des Pharynx mit den radiären Muskeln und Kernen. Subl. Boraxk. Paraff. Cdb. L. Oc. 1, Obj. 7.

„ 12. Pharynx von *G. gracilis* im Längsschnitt.

„ 13. Sagittaler Längsschnitt durch den hintern Teil des Uterus (*u*) mit der Papille (*p*), den Eileiter (*oo*), den Hoden (*t*) und die Schalendrüsen (*sd*). Chrom-Ess.-S. Haem. Paraff. Cdb. L. Oc. 1, Obj. 7.

Fig. 14. Sagittaler Längsschnitt durch das hintere Körperende und die Haftscheibe. *mp* = Muskelpolster, *rl* = Randlappen der Haftscheibe. Chrom-Ess.-S. Haem. Paraff. Cdb. L. Oc. 1, Obj. 7.

„ 15. Querschnitt am Übergang des Körperendes in die Haftscheibe; dorsal entspringende Muskeln strahlen in das Polster der Haftscheibe aus. Chrom-Ess.-S. Haem. Paraff. Cdb. Oc. 1, Obj. 5 S.

„ 16. Querschnitt durch das die Haftscheibe tragende Körperende und die Haftscheibe. *mp* = das Muskelpolster, in welchem die proximalen Teile der grossen Haken (*h*) eingebettet liegen, *rl* = Randlappen der Haftscheibe. Subl. Boraxk. Paraff. Cdb. L. Oc. 1, Obj. 7.

„ 17. Querschnitt kurz hinter den Kopfzipfeln durch den daselbst gelegenen Hohlraum (*ro*). Chrom-Ess.-S. Haem. Paraff. Cdb. L. Oc. 1, Obj. 7.

„ 18. Querschnitt in der Gegend der Hirnkommissur. Chrom-Ess.-S. Haem. Paraff. Cdb. L. Oc. 1, Obj. 7.

„ 19. Querschnitt in der Gegend des Pharynx; zu dessen Seiten die nach hinten ziehenden Nervenstämme. Chrom Ess.-.S Haem. Paraff. Cdb. L. Oc. 1, Obj. 7.

„ 20. Querschnitt in der Gegend des unteren Pharynxabschnittes. *m* = radiäre Muskeln. Subl. Boraxk. Paraff. Cdb. L. Oc. 1, Obj. 7.

„ 21. Querschnitt kurz hinter dem Uterus. *wt* Wimpertrichter (?). Chrom-Ess.-S. Haem. Paraff. Cdb. L. Oc. 1, Obj. 7.

„ 22. Querschnitt hinter den Enden der Darmschenkel; das grossmaschige Parenchymgewebe mit in den Maschen gelegenen Zellkernen (*pz*) und protoplasmatischen Ausstrahlungen. Chrom-Ess.-S. Haem. Paraff. Cdb. Oc. 1, Obj. 7. L.

„ 23. Querschritt durch das hintere Körperende mit dem engmaschigen Parenchym. Chrom-Ess.-S. Haem. Paraff. Cdb. Oc. 1, Obj. 7 L.

„ 24. Querschnitt kurz vor der Haftscheibe; dorsal entspringende Muskeln vereinigen sich zu zwei ventral nach den Basalteilen der grossen Haken ziehenden Bündeln. Chrom-Ess.-S. Haem. Paraff Cdb. L. Oc. 1, Obj. 7.

---

bz = Kerne des Parenchymgewebes.
c = Cirrhusbeutel.
da = Ausführungsgänge der Kopfdrüsen.
dm = Diagonalmuskeln.
$dr_{1, 2, 3}$ = Kopfdrüsen der 1., 2. und 3. Gruppe.
d = Darmschenkel.
h = Hirnkommissur.
lm = Längsmuskeln.
mz = Zwei zu den grossen Haken ziehende Muskelbündel.
o = Ei.
oo = Eileiter.
ov = Ovarium.
ph = Pharynx.
pm = Parenchymmuskeln.
rm = Ringsmuskeln.
sn = Seitliche Nervenstränge.
t = Hoden.

ZUR

HISTOLOGIE DER TREMATODEN.

VON

DR. AUGUST SCHUBERG,
PRIVATDOCENT AN DER UNIVERSITÄT HEIDELBERG.

MIT TAFEL X.



Unter den verschiedenen Problemen, welche die Histologie der Trematoden zur Zeit noch darbietet, nimmt die Frage nach der Bedeutung der sogen. „grossen Zellen“, wie die nach der Beschaffenheit der Endigungen der Exkretionskapillaren noch immer eine hervorragende Stelle ein. Braun hat diese Fragen und die verschiedenartigen Antworten, welche darauf gegeben wurden, in seiner Bearbeitung der Trematoden in „Bronn's Klassen und Ordnungen“ [1]) in erschöpfender Weise dargestellt; und ebenso hat kürzlich wieder Monticelli [2]) die früheren Anschauungen recht eingehend geschildert. Indem ich hierauf verweise, möchte ich nur auf die Beziehungen hindeuten, welche zwischen beiden Fragen bestehen.

Dass an den Enden der Exkretionskapillaren der Trematoden besondere „End- oder Terminalzellen“ vorhanden sind, und ebenso, dass es im Parenchym und in den muskulösen Organen (Saugnäpfe, Pharynx) zerstreute „periphere Ganglienzellen“ gibt,

---

[1]) Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Fortgesetzt von M. Braun. IV. Bd. *Vermes.* Leipzig.

[2]) Monticelli, F. S., Studii sui Trematodi endoparassiti. Jena 1893. (III. Supplementheft zu den Zoolog. Jahrbüchern.) Ich kann, wie dies ähnlich schon Braun (in: Zoolog. Centralblatt, I. Jahrg. 1894, pag. 16) gethan hat, die Bemerkung nicht unterdrücken, dass die Litteraturbesprechung in dieser Arbeit einen etwas weiten Umfang erreicht hat. Man sollte doch, wo derartige zusammenfassende Darstellungen, wie die Bearbeitungen in Bronn's Klassen und Ordnungen vorliegen, einfach diese als bekannt voraussetzen und nur dann, wenn diese ungenau oder unvollständig sind, weitere historische Bemerkungen machen. Dass die Autoren die Litteratur so gründlich studieren, wie dies Monticelli gethan hat, ist nur anzuerkennen — obwohl es eigentlich selbstverständlich ist —; angesichts der grossen Menge der gegenwärtigen Litteratur ist es aber doch wünschenswert, nur das wirklich Notwendige jeweils zu wiederholen.

ist beides schon seit lange nicht mehr zweifelhaft. Es handelt sich also nicht darum, das eine oder das andere davon überhaupt festzustellen. Wohl aber ist noch notwendig zu zeigen, ob man sichere Anhaltspunkte für eine Unterscheidung der beiderlei Elemente gewinnen kann.

Man sollte nun auf den ersten Blick meinen, dass eine Unterscheidung von so verschiedenartig funktionierenden histologischen Elementen leicht möglich sei. Manche Autoren haben auch in der That die Scheidung schon ganz richtig durchgeführt. Jedoch geschah es, namentlich bei der Untersuchung von Schnittpräparaten, in der Regel mehr nach allgemeinen Erwägungen, als auf Grund einer spezielleren Erkenntnis der unterscheidenden Struktureigentümlichkeiten, und von allen Seiten ist es jedenfalls nicht geschehen. Vor allem lassen gerade auch die letzten Darstellungen noch manche Zweifel zu und klären den Bau der in Frage kommenden Elemente noch keineswegs in solcher Weise auf, dass eine scharfe Unterscheidung möglich wäre.

Gelegentliche Untersuchungen liessen mich nun in dem gemeinen *Distomum lanceolatum* Mehlis ein Objekt erkennen, das zur Entscheidung dieser, wie einiger anderer Fragen besonders günstig ist.[1])

Meine Untersuchungsmethoden waren einerseits die bekannte vitale Methylenblaufärbung, welche zur Darstellung nervöser Elemente auch bei Wirbellosen bereits öfter mit gutem Erfolge benützt worden ist, anderseits die Herstellung von Schnitten durch sorgfältig konserviertes Material.

Bei der Methylenblaufärbung verfuhr ich in folgender Weise: Aus der noch lebenswarmen Leber wurden die Distomen mittels eines feinen Pinsels in eine etwa auf Körpertemperatur erwärmte Methylenblaulösung ($^1/_3$ bis $^1/_4$ % Methylenblau + 0,75 % Kochsalz in Wasser) gebracht. In der warm erhaltenen Lösung blieben die Objekte nach Bedarf 4—5 Stunden (und länger!). Ergab eine flüch-

[1]) Auf der 3. Jahresversammlung der Deutschen Zoologischen Gesellsch. in Göttingen (24.—26. Mai 1893) habe ich einige meiner Präparate demonstriert; ein vorläufiger Bericht ist in den Verhandl. d. Deutschen Zoolog. Gesellsch. 3. Jahresversamml. Göttingen (Leipzig, W. Engelmann, 1894), pag. 88 erschienen.

tige Durchsicht der auf einen Objektträger ausgebreiteten Tiere, dass sich von den nachfolgend dargestellten Verhältnissen bereits einiges erkennen liess, so wurden die Tiere zur Untersuchung verwandt. Die Tiere müssen dabei noch lebend sein; dann ist die Färbung bloss auf nervöse Elemente beschränkt. Sobald sie absterben, tritt eine totale Blaufärbung ein. Die besten Resultate, d. h. eine Färbung möglichst vieler nervösen Elemente — alle färben sich niemals an einem und dem gleichen Tiere — erhält man bei Tieren, welche gerade abzusterben beginnen[1]); man erkennt dies oft daran, dass bereits einzelne Teile des Körpers die totale Blaufärbung zeigen. Mitunter erwies es sich als vorteilhaft, die Distomen, mit einer möglichst geringen Menge Methylenblaulösung bedeckt (die gerade noch eben ein Austrocknen verhinderte), flach auf einen Objektträger ausgebreitet dem Zutritt der Luft auszusetzen.[2]) Die Untersuchung wurde entweder an den frischen noch lebenden Objekten, welche in der Färbeflüssigkeit unter das Deckglas gebracht wurden, vorgenommen, oder aber nach Konservierung mit einer konzentrierten Lösung von pikrinsaurem Ammonium (einige Stunden bis ½ Tag) und nachfolgender Aufhellung in einer Mischung der eben genannten Lösung mit reinem Glycerin (zu gleichen Teilen). Derartige Präparate halten sich recht gut; ich besitze noch solche, welche bereits über ein Jahr alt sind und von ihrer ursprünglichen Beschaffenheit nur ziemlich wenig eingebüsst haben; vollständig so schön, wie am Anfang sind sie allerdings nicht mehr, lassen indessen das Meiste noch ganz deutlich erkennen.

Zur Kontrolle wurden auch Schnitte untersucht. Behufs Untersuchung insbesondere der nervösen Elemente empfahl sich hierbei am meisten die Osmiumsäure-Holzessig-Methode von v. Mähren-

[1]) Es ist dies auch schon mehrfach für andere Objekte angegeben worden.

[2]) Brandes hat, veranlasst durch die Demonstration meiner Präparate in Göttingen, seitdem gleichfalls Versuche mit Methylenblau angestellt, und zwar an Distomen des Frosches. Er verfuhr dabei in der Art, dass er dem Frosch Methylenblaulösung in den Magen injicierte, erhielt aber bloss bei dem unter der Zunge lebenden *Distomum ovocaudatum* gute Resultate, während bei den Distomen der Lunge und des Dünndarms kein Erfolg erzielt wurde. Ich glaube, dass auch für solche Objekte meine Methode besser ist, da sich ja die Distomen genügend lange ausserhalb des Körpers in Kochsalzlösung lebend erhalten. So habe ich selbst z. B. bei *D. cygnoides* ganz gute Resultate erhalten. Natürlich darf bei den Froschparasiten die Methylenblaulösung nicht erwärmt werden.

thal.[1]) Die frischen Distomen wurden in 1 % Osmiumsäure abgetötet, was unter einem mit Wachsfüsschen gestützten Deckgläschen erfolgen muss, falls man die Tiere gut eben ausgebreitet erhalten will. Sind sie bewegungslos geworden, so werden sie, nach Entfernung des Deckglases, etwa ¼—½ Tag in der Osmiumsäure gelassen, um eine vollständige Durchdringung zu ermöglichen. Hierauf bringt man sie direkt in den Holzessig, wäscht mit Wasser aus und bettet ein (Paraffin). Da die Schwärzung aller Gewebe eine sehr vollständige ist, so dürfen die Schnitte nicht zu dick sein. Derartige Präparate sind zwar auch zur Untersuchung der Endzellen des Exkretionsapparats recht gut geeignet, doch lassen sich diese letzteren auch an mit Sublimat[2]) konservierten und mit Boraxkarmin durchgefärbten Tieren, die dann in Schnittserien zerlegt werden, sehr schön darstellen.

I. Periphere Ganglienzellen.

Die Untersuchung mit Methylenblau liess folgendes erkennen: Durch den ganzen Körper zerstreut finden sich zellige Elemente, welche durch die Farblösung scharf tiefblau gefärbt werden. Es sind dies meist ziemlich grosse, verästelte Zellen (Fig. 1—2) mit grossem bläschenförmigem, einen grossen Nucleolus enthaltenden Zellkern. Die einzelnen Fortsätze der Zellen lassen sich oft auf sehr grosse Strecken verfolgen und gleichen in ihrem Aussehen vollständig dem Typus von multipolaren Ganglienzellen, wie er von sehr vielen Tieren bekannt ist.

---

[1]) Vgl. Rawitz, B., Leitfaden f. hist. Untersuchungen. Jena 1889, pag. 14.

[2]) Um die mit Sublimat konservierten Tiere gut ausgestreckt zu erhalten, kann man entweder ebenfalls unter dem Deckgläschen abtöten, oder sich der folgenden Methode bedienen: Die Tiere werden auf einen Objektträger verbracht (ohne Flüssigkeit!) und derart mit kochendem Wasser übergossen, dass sie von dem Objektträger abgespült werden und in ein Gefäss mit kaltem Wasser fallen. Aus diesem werden sie mittels eines feinen Pinsels auf einem Objektträger eben ausgebreitet, was sehr leicht geht, und dann mit einer Pipette solange mit konzentrierter Sublimatlösung (oder einem anderen Härtungsmittel) übergossen, bis sie hart sind, was bei Sublimatanwendung sehr rasch eintritt. Die Präparate sind histologisch tadellos, eignen sich aber auch vorzüglich zu Sammlungszwecken, da alle Skulpturen der Saugnäpfe z. B. erhalten bleiben und jede künstliche Gestaltsveränderung unterbleibt. Diese Methode eignet sich für sehr viele Wirbellose!

Eine Beobachtung mit schwächeren Vergrösserungen ergibt, dass diese Elemente in der Mitte und in der hinteren Hälfte des Tieres nicht alle beliebig regellos zerstreut sind, sondern teilweise in mehr oder weniger regelmässiger Anordnung gefunden werden, indem namentlich zwei den Seitenrändern des Tieres bezw. den Längsnervenstämmen parallele Reihen von Zellen hervortreten. Andere finden sich nahe dem Darme, demselben an- oder aufliegend (Fig. 2), wiederum andere zwischen den Geschlechtsorganen; in beiden letzteren Fällen ist deutlich zu erkennen, dass einzelne der Verästelungen an die genannten Organe herantreten, um sich an ihnen weiter zu verzweigen.

Zahlreicher als in der Mitte und in der hinteren Körperhälfte werden die blaugefärbten verästelten Zellen im vorderen Körperdrittel angetroffen. Die hier zu beobachtenden Verhältnisse sind besonders aus dem Grunde wichtig, weil sich nämlich zeigt, dass sich nicht nur isolierte derartige Elemente hier vorfinden, sondern dass insbesondere auch die um die Gehirnkommissur herum gruppierten Ganglienzellen, die nach ihrer Lage, wie nach ihren Bauverhältnissen allgemein und mit Recht als Ganglienzellen in Anspruch genommen werden, genau in der gleichen Weise gefärbt sind. Allerdings erhält man auch bei diesen Elementen, deren nervöse Natur unzweifelhaft feststeht, niemals alle gefärbt, sondern man sieht ebenfalls, wie bei den peripheren Zellen, jeweils nur einzelne Elemente durch die Methode zur Darstellung gebracht. Diese Eigenschaft, niemals alle nervösen Elemente an dem gleichen Individuum gleichzeitig und in gleicher Ausdehnung zu färben, ist ja eine bekannte Eigenschaft der Methylenblaumethode, auf der, ähnlich wie bei der Golgi'schen Methode, z. T. gerade ihr Vorteil beruht.

Schliesslich ist noch zu bemerken, dass man blaugefärbte Zellen auch in den Saugnäpfen und in den anderen muskulösen Organen (Pharynx, Cirrhusbeutel) antrifft, und dass diese sich nur durch etwas geringere Grösse von den peripheren Elementen unterscheiden.

An guten Präparaten, welche sich durch die noch bestehende Kontraktilität der Muskelfasern und die andauernde Thätigkeit der Wimperflammen des Exkretionsapparates als lebend erweisen, sieht

man ausser den geschilderten Elementen wenig blaugefärbt, oder wenigstens hauptsächlich nur Dinge, welche mit diesen in Zusammenhang stehen.

Bei stärkerer Vergrösserung kann man an guten Präparaten die Fortsätze der Zellen oft sehr weit verfolgen (Fig. 1). Dies ist insbesondere bei frischen Präparaten der Fall, während bei konservierten Objekten, namentlich wenn sie schon einige Zeit lang aufbewahrt wurden, dies nicht mehr mit genau der gleichen Deutlichkeit möglich ist.

Bei den Zellen, welche namentlich dem Darme angelagert und häufig dementsprechend abgeflacht sind, kann man nun oft feststellen, dass sich die Fortsätze auf dem Darme verästeln und eine Art Plexus auf ihm erzeugen. Die feinen Fäserchen, aus welchen letzterer besteht, verlaufen vielfach hauptsächlich in der Längsrichtung. Meistens treten noch ziemlich starke Äste der Zellen an den Darm heran, um sich dann erst auf ihm zu verzweigen (Fig. 2).

Eine teilweise Bestätigung dieses mit der Methylenblaumethode dargestellten Befunds erhält man sehr schön durch die v. Mährenthal'sche Osmiumbehandlung. Mit wunderbarer Deutlichkeit heben sich auf Schnitten durch solche Osmiumpräparate die tiefschwarzen grossen Zellen von dem hellen blasigen Parenchymgewebe ab (Fig. 4), und lassen sich dadurch mit ihren Ausläufern weit verfolgen. Die Gestalt der Ausläufer, die Grösse der Zellen selbst, wie die des bläschenförmigen Kernes und der grosse Nucleolus beweisen, dass diese Elemente mit den durch die Methylenblaumethode dargestellten „grossen Zellen“ identisch sind. Man findet auch bei der Osmiummethode sehr häufig, dass diejenigen von ihnen, welche in der Nähe des Darmes liegen, noch mit gröberen Ausläufern an denselben herantreten, und kann diese letzteren unter günstigen Umständen auch noch ein Stück weit auf dem Darme verlaufen sehen (Fig. 4). Man bemerkt noch weiterhin, dass derartige, dem Darme anliegende oder in seiner Nähe befindliche Zellen oft abgeplattet sind, was ich schon oben angeführt habe, sodass die Identität mit den durch Methylenblau dargestellten Elementen vollständig erwiesen sein dürfte. Die feineren Verzweigungen der Zellen sind mit der Osmiummethode nicht zu erkennen, da sie, infolge der starken Schwärzung auch anderer Elemente, zu wenig unter diesen hervortreten.

An guten Methylenblaupräparaten, bei welchen die Zellen bis in ihre feinsten Ausläufer hinein zu verfolgen sind, bemerkt man bei sehr vielen, dass die feinen blauen Fädchen, als welche die Ausläufer erscheinen, an die Muskelfasern herantreten, aber nicht, um einfach an ihnen zu endigen, sondern um mit einem die einzelnen Fasern umflechtenden Gespinst ähnlich feiner und gleichfalls blaugefärbter Fädchen sich zu verbinden (Fig. 1).[1] Insbesondere an den Längsmuskeln im mittleren und hinteren Körperdrittel sind diese Verhältnisse gut zu beobachten. Man bemerkt dabei, dass es stets mehrere feine Fädchen sind, welche die einzelnen Muskelfasern begleiten, indem sie dieselben anscheinend in unregelmässiger Weise umschlingen. An manchen Stellen werden feine Seitenzweigchen angetroffen, die mitunter bis zu den eine benachbarte Muskelfaser umspinnenden Fädchen ziehen.

Von ganz besonderer Wichtigkeit für die Deutung der „grossen Zellen" ist die Verbindung mit Nervenstämmen. Zwar ist hervorzuheben, dass auch diese Verbindung lange nicht bei allen Zellen wahrzunehmen ist, sondern nur bei einzelnen mit Sicherheit beobachtet werden konnte. Dies liegt vor allem daran, dass sich die faserigen Bestandteile des Gehirns wie der Nervenstämme mit der Methylenblaumethode bis jetzt nicht färben liessen und diese daher für diesen Punkt keine sicheren Ergebnisse ergab; nur selten nahm die Gehirnkommissur einen schwachen bläulichen Schimmer an. Wohl aber liess sich eine Verbindung mancher Zellen mit Nerven an den Osmiumpräparaten feststellen (Fig. 3).

Es ist dies nicht nur vielfach bei den unmittelbar um die

---

[1]) Dass die Ausläufer der Ganglienzellen an die Muskelfasern herantreten, hat anscheinend auch Brandes (l. c.) beobachtet, indessen ohne die die Muskelfasern begleitenden feineren Ästchen wahrzunehmen; bei seinen Präparaten hatten sich vielmehr die ganzen Muskelfasern blau gefärbt, was bei nicht ganz guten Präparaten vorkommt (vergl. S. 174). Brandes drückt sich übrigens etwas unklar aus, indem er nämlich zuerst sagt: „Hierbei an periphere Nerven zu denken, konnte mir natürlich nicht einfallen; ich musste vielmehr an elastische Fasern denken." Nachdem er dann die „grossen Zellen" erwähnt, „deren lange Fortsätze bis an die einzelnen Fasern leicht zu verfolgen waren" und in denen er „natürlich periphere Ganglienzellen sieht", schliesst er mit den Worten: „Wir hätten also nach meinen Beobachtungen eine Verbindung der Protoplasmafortsätze der Ganglienzellen mit muskulösen Elementen." Nach der gewöhnlichen Terminologie sind „elastische Fasern" keine „muskulöse Elemente."

Gehirnkommissur herumgelagerten Zellen der Fall, die übrigens in der Regel etwas kleiner sind, als die peripheren Elemente und auch nicht immer multipolar erscheinen, sondern auch öfter bei peripheren Elementen. Günstig trifft man dies namentlich mitunter bei grossen, meist bipolaren Zellen, die, in der Höhe des Bauchsaugnapfes, mit dem ventralen Längsnerven in Verbindung treten. Bei im hinteren Körperdrittel gelegenen Zellen konnte eine Verbindung mit Nerven auch auf Schnitten nicht wahrgenommen werden; trotzdem ist eine solche nicht unmöglich, da man, wie schon erwähnt, manche Zellen hier in bestimmter Anordnung trifft, nämlich in zwei den Längsnerven parallelen Reihen; darnach wäre es nicht undenkbar, dass sie durch ihre langen Ausläufer mit den Nerven verbunden sind und dass nur wegen der Länge der Ausläufer die Verbindung auf den Schnitten besonders schwierig festzustellen ist.

Bevor nun auf eine Besprechung der Frage nach der Bedeutung der grossen Zellen, deren Antwort ja jetzt schon sehr nahe liegt, eingegangen werden kann, ist es doch noch notwendig, zuvor einige weitere auf die Methylenblaubehandlung sich beziehende Beobachtungen zu erörtern, die zur Kritik der mit ihr gewonnenen Ergebnisse von Wichtigkeit sind.

Es ist schon oben darauf hingewiesen worden, dass die vorstehend geschilderten Verhältnisse an solchen Präparaten beobachtet werden, welche durch Muskelkontraktilität und Flimmerbewegung sich als noch lebend erkennen lassen. Nach den sonstigen Erfahrungen tritt die Blaufärbung nervöser Elemente mit Methylenblau an lebenden Geweben ein; aus diesem Grunde ist es also wichtig, dies zu betonen. Hat man die Verhältnisse am lebenden Objekt studiert, so wird man auch leicht in der Lage sein, diejenigen der konservierten Tiere genügend zu beurteilen. In beiden Fällen kommt es nun vor, dass man ausser den oben geschilderten Befunden noch anderes blaugefärbt findet. Vor allem ist leicht festzustellen, dass abgestorbene Tiere sich höchst intensiv blau färben und zwar in toto. Wo daher an einem Tiere sich total blaugefärbte Stellen zeigen, da kann man, auch wenn noch einzelne Stellen die obenangeführten Kriterien des Lebens erkennen lassen, mit Sicherheit schliessen, dass eben diese Teile schon abgestorben sind. Man kann besonders oft an verletzten Individuen sich davon überzeugen, wie die die Wunde bezw. den Rand eines Risses oder Schnittes begren-

zenden Partien bald die totale Blaufärbung aufweisen. Sehr wichtig ist ferner die Kenntnis solcher Tiere, welche im Beginne des Absterbens sich befinden, und bei denen die totale Blaufärbung gerade einzutreten beginnt. Denn diese Stadien sind vor allem leicht dazu geeignet, zu falschen Resultaten zu verleiten. Es schreitet nämlich der Prozess des Absterbens anscheinend von der Oberfläche in die Tiefe fort, was namentlich daraus hervorgeht, dass man die Ränder des Tieres zuerst am intensivsten blaugefärbt findet. In solchen Stadien sieht man nun vielfach, dass viele Muskelfasern des Hautmuskelschlauches sowohl, wie manche Parenchymmuskeln blau tingiert sind, während das Parenchym und andere Gewebe noch nichts oder nur wenig von der Färbung erkennen lassen. Da dabei die feinen, die Muskelfasern umspinnenden Netze verschwinden, so bekommt man den Eindruck, als ob der Farbstoff beim Absterben zunächst von diesen an die Muskeln abgegeben werde. Derartige Präparate verleiten insbesondere leicht dazu, Muskelfasern oder Stränge von mehreren zusammengelagerten Muskelfasern für Nerven zu halten. Um zu entscheiden, dass man es wirklich nicht mit letzteren zu thun hat, ist es notwendig, über das Aussehen und den Verlauf der Muskelfasern sich nach andern Methoden genau zu informieren, und ferner geht es auch daraus hervor, dass, wie schon oben erwähnt, die mit Bestimmtheit als Nervenstämme nachweisbaren Faserstränge sich bei unserem Objekt niemals in dieser Weise färben lassen. Übrigens sind Präparate der eben beschriebenen Art, bei entsprechender Vorsicht, sehr geeignet, um den Verlauf der Muskelfasern genauer zu verfolgen, worauf ich indessen nicht weiter eingehen will.

Schliesslich ist dann noch eine Beobachtung zu erwähnen, die schon hier einiges Interesse verdient. Im Absterben begriffene Tiere lassen nämlich häufig sehr schön die Subcuticularschicht erkennen, von welcher unten noch weiter die Rede sein wird (vergl. Abschn. III auf S. 185). Die sternförmig verästelten Zellen dieser Schicht sind bedeutend kleiner und liegen der Oberfläche näher, als die „grossen Zellen"; ferner sind ihre Fortsätze kürzer und verbinden sich miteinander zu einem netzartigen Syncytium. An lebenden Tieren sind diese Zellen, bei Anwendung der Methylenblaumethode, ungefärbt. Wenn die Tiere aber abzusterben beginnen, dann nehmen auch sie allmählich den Farbstoff auf. Es gelingt nun mitunter den Moment zu beobachten, wo sie offenbar gerade mit der Aufnahme

beginnen. Dann findet man den Zellkern und in ihm einen kleinen Nucleolus tiefblau gefärbt, während der Zellkörper blasser erscheint. Bei Gasbeleuchtung ergab sich nun das interessante Verhalten, dass — während der Kern und Nucleolus die blaue Farbe zeigte — der Zellkörper einen ähnlichen rötlich-violetten Ton annahm, wie ihn viele „grosse Zellen" nach längerer Aufbewahrung in pikrinsaurem Ammonium-Glycerin aufweisen (Fig. 5). In denselben Präparaten und unter denselben Umständen, wo die Zellen der Subcuticularschicht die ebenerwähnte Färbung zeigten, erschienen die grossen Zellen, wie auch sonst, tiefblau. —

Wenden wir uns nun zu einer Besprechung unserer Resultate, die zunächst für die Frage nach der Bedeutung der grossen Zellen von Wichtigkeit sein dürften.

Dass diese Zellen Ganglienzellen seien, ist schon von verschiedenen Seiten wiederholt (Stieda, Taschenberg, Sommer, Kerbert, Fischer, Poirier, Moniez, Lang, Leuckart u. a.) behauptet worden, zuletzt noch namentlich von Crety[1]) und Monticelli.[2]) Auf eine vollständige Diskussion der früheren Beobachtungen einzugehen, dürfte schon aus dem Grunde überflüssig erscheinen, weil dies nicht nur in Braun's Bearbeitung der Trematoden, sondern zuletzt wieder auch von Monticelli in eingehender Weise geschehen ist. Ich will nur zusammenfassend bemerken, dass die Gründe, welche man beigebracht hat, um die Behauptung von der Ganglienzellennatur der „grossen Zellen" zu stützen, dreierlei Art waren: einmal die beobachtete Verbindung mit Nerven (Lang, Monticelli), ferner die multipolare Gestalt der Zellen und schliesslich ihre Übereinstimmung in der Struktur mit den Ganglienzellen des Gehirns. Die Verbindung mit Nerven ist allerdings nur in wenigen Fällen gesehen worden und auch die Gestalt der Zellen wurde nur sehr ungenügend erkannt, indem man in der Regel nur den Körper der Zellen beobachtete und von den charakteristischen Ausläufern nur wenig oder gar nichts wahrnahm. Nur Moniez[3]) hat grössere Aus-

---

[1]) Crety, C. Intorno la struttura delle ventose e di alcuni organi tattili nei Distomi. In: Atti R. Accad. dei Lincei, 1892. Serie quinta. Rendiconti. Classe di sc. fis., mat. e nat. Vol. I.

[2]) l. c.

[3]) Moniez R., Description du *Distoma ingens* n. sp. et remarques sur quelques points de l'anatomie et de l'histologie comparées des Trématodes. In: Bull. Soc. Zool. de France 1886. XIième vol., pag. 538.

läufer beschrieben, welche den Körper der Zellen um etwa das Sechsfache an Länge übertreffen sollen.

Meine eigenen Beobachtungen dürften nun wohl geeignet sein, die Behauptung von der nervösen Natur der „grossen Zellen“ definitiv zu beweisen. Denn nicht nur ist durch den Nachweis der vollständigen Gestalt der Zellen ihre völlige Übereinstimmung mit dem sonst allgemein verbreiteten Typus multipolarer Ganglienzellen besser nachgewiesen als bisher, sondern es ist auch durch die vitale Methylenblaureaktion, die ja hauptsächlich bloss auf die nervösen Elemente sich erstreckt, ihre Übereinstimmung mit den Ganglienzellen des Gehirns überzeugender dargethan, als es bisher durch den einfachen Vergleich der Struktur des nur sehr unvollständig bekannten Zellkörpers mit demjenigen der echten Ganglienzellen des Gehirns möglich war. Die Beschreibung der Resultate der Methylenblaufärbung, die oben gegeben wurde, dürfte dies in genügender Weise gezeigt haben. Denn wenn man auch, wie ich selbst schon erwähnt habe, in Beurteilung der Methylenblaufärbung sehr vorsichtig sein muss, so ist in unserem Falle der Schluss, dass die blaugefärbten Elemente nervöse seien, sicherlich berechtigt, da, wie ich gezeigt habe, am lebenden Objekte eben nur die Ganglienzellen des Gehirns und die „grossen Zellen“, und zwar in ganz genau gleicher Weise, gefärbt werden, und da ausserdem schon die sonstigen Bauverhältnisse der Zellen einen solchen Schluss sehr wahrscheinlich machen.

Diejenigen Elemente, die allein allenfalls zu Verwechselungen Anlass geben könnten, und die gerade auch zu Verwechselungen Anlass gegeben haben, verhalten sich ferner bei der Methylenblaufärbung völlig anders. Für die Subcuticularzellen wurde schon oben das Nötige bemerkt; die Terminalzellen des Exkretionsapparates aber, welche weiterhin noch in Betracht kommen, färben sich am lebenden Tiere gar nicht und werden zu gleicher Zeit, wo die Ganglienzellen des Gehirns und die peripheren grossen Zellen blaugefärbt sind, noch in lebhafter Flimmerung angetroffen. Wie weiter unten noch gezeigt werden soll (vergl. S. 182), ist weiterhin auf guten Schnitten bei den Terminalzellen die Wimperflamme stets nachzuweisen, wodurch auch dann eine Verwechselung ausgeschlossen erscheint.

Ferner konnte auch ich zeigen, dass immerhin bei manchen peripher gelegenen Zellen sich eine Verbindung mit Nerven nach-

weisen lässt, wie das ja auch schon einige andere Autoren beobachtet hatten.

Aus alledem darf aber wohl nunmehr mit grösster Wahrscheinlichkeit der Schluss gezogen werden, dass die grossen Zellen der Trematoden Ganglienzellen sind.

Abgesehen davon, dass diese Ganglienzellen mehrfach mit Terminalzellen und Subcuticularzellen verwechselt worden sind, haben sie nun noch zu weiteren Deutungen Anlass gegeben, deren Unrichtigkeit gleichfalls gezeigt werden muss. Wie schon früher erwähnt, hat man sie auch noch als Muskelbildungszellen, Bindegewebszellen (Looss[1]), Leuckart, Weber) oder Drüsenzellen (Leuckart u. a.) aufgefasst. Ja Villot hielt sie sogar nur für Querschnitte durch Gefässe. Da die letztere Ansicht schon von mehreren Autoren in durchaus genügender Weise widerlegt worden ist, so ist sie hier nicht weiter mehr zu erörtern. Aber auch die beiden anderen Meinungen können, im Hinblick auf die oben geschilderten Verhältnisse und unter besonderer Verweisung auf unsere Figuren, kurz abgemacht werden. Denn durch den Nachweis der langen verästelten Ausläufer und durch ihr Verhalten bei der Methylenblaufärbung ist wohl allein schon genügend dargethan, dass es sich weder um Drüsen-, noch um Bindegewebszellen handeln kann. Im einzelnen ist nur noch zu bemerken, dass derartige Bilder, wie sie z. B. Looss[2]) für *Distomum trigonocephalum* und *D. palliatum* gibt, offenbar auf nicht einwandsfreier Beobachtung oder Präparation beruhen, und dass ferner Angaben, wie diejenigen, welche E. Walter[3]) neuerdings gemacht hat, vollständig unzutreffend sind.

Der letztgenannte Autor hat bezüglich der „grossen Zellen“ der Trematoden „eine solche Mannigfaltigkeit in der Beschaffenheit

[1]) Looss, A., Beiträge zur Kenntnis der Trematoden. In: Zeitsch. f. wiss. Zool. 41. Bd. 1885. — Neuerdings hat Looss selbst zugegeben, dass ihm „die bindegewebige Natur“ der grossen Zellen „unwahrscheinlich geworden ist“. (Zur Frage nach der Natur des Körperparenchyms der Trematoden; in: Berichte über die Verhandl. d. kgl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Leipzig, Math.-Phys. Cl. 1893, I. pag. 18).

[2]) Looss, Beitr. zur Kenntn. d. Trematod. Taf. XXIII, Fig. 6.

[3]) Walter, E., Untersuchungen über den Bau der Trematoden. (*Monostomum trigonocephalum* Rud., *reticulare* van Ben., *proteus* Brandes). In: Zeitschr. f. wiss. Zool. 56. Bd. 1893, pag. 211 ff.

des Habitus wie des Inhaltes konstatieren können, dass eine einheitliche Schilderung geradezu unmöglich wird.“ „Hierdurch aufmerksam gemacht, kam er zu dem Ergebnis, dass die Gestaltsmannigfaltigkeit darin begründet ist, dass diese Elemente gar nicht etwa Dauerelemente besonderer Art, sondern Übergangsstadien darstellen.“ Wenn man diese Entwickelungsstadien bis zu ihren ersten Anfängen verfolge, so ergebe sich, „dass wir in den chromatophilen Subcuticularzellen die Ausgangspunkte für die „„grossen Zellen““ zu suchen haben.“ Meine eigenen Beobachtungen, aus denen die vollständige Verschiedenheit der „grossen Zellen“ und der Subcuticularzellen klar hervorgehen dürfte, zeigen wohl genügend, dass eine Vermengung dieser beiden Gruppen von Zellen, die Walter nur infolge ungenügender Kenntnis miteinander zusammengeworfen hat, durchaus unrichtig ist. Es dürfte darnach überflüssig sein, den Entwickelungsgang, den Walter in seine Beobachtungen hineinkonstruierte, im einzelnen zu widerlegen. —

Es bleibt uns nun noch die Aufgabe, die Frage nach den Verbindungen der Ganglienzellen mit anderen Elementen zu erörtern.

Dass eine Verbindung mit Nervenstämmen mehrfach beobachtet wurde, habe ich bereits erwähnt und dabei auch angedeutet, dass ich geneigt bin, eine solche auch in den Fällen anzunehmen, wo sie mir bis jetzt nicht nachzuweisen gelang. Die Schwierigkeiten, welche dieser Nachweis an sich schon bietet, mahnen zum mindesten sehr, aus einer Nichtbeobachtung nicht sofort auf ein Nichtvorhandensein zu schliessen! Vielmehr scheinen mir eher die Schwierigkeiten des Nachweises verständlich zu machen, warum man in nur verhältnismässig wenigen Fällen eine Verbindung sieht. Dass die anscheinend regelmässige Lagerung mancher peripheren Ganglienzellen auf eine Verbindung mit Nerven hinweist, habe ich schon früher angeführt.

Lang[1]) hat wohl zuerst die Ansicht ausgesprochen, dass die durch den Körper zerstreuten Ganglienzellen „kleine, peripherische, motorische Nervencentra“ darstellen, und andere Forscher haben sich dieser Auffassung angeschlossen. Der Nachweis, dass die feinen Ausläufer direkt an die Muskelfasern herantreten, wie es durch die

---

[1]) Lang, A., Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie und Histologie des Nervensystems der Plathelminthen. II. Über das Nervensystem der Trematoden. In: Mitteil. Zool. Stat. Neapel. 2. Bd. 1880. —

Methylenblaupräparate veranschaulicht wird, dürfte vielleicht geeignet sein, diese Anschauung zu rechtfertigen, mit der Modifikation jedoch, dass diese motorischen Centren nicht unabhängig sind, sondern ausserdem mit dem übrigen Nervensystem in Verbindung stehen.

Moniez[1]) hat sich dafür ausgesprochen, dass die peripheren Ganglienzellen durch ihre Ausläufer untereinander sich verbinden; und Crety[2]) hat für die Ganglienzellen der Saugnäpfe von *Distomum* gleichfalls eine derartige Verbindung angegeben. Ich selbst konnte eine solche indessen niemals wahrnehmen, auch bei Methylenblaupräparaten nicht, und halte sie auch nicht für wahrscheinlich. Doch will ich nicht unterlassen zu betonen, dass die Methylenblaubefunde allein nicht berechtigen, eine derartige Verbindung in Abrede zu stellen!

II. Terminalzellen der Exkretionsgefässe.

Auch bei Schilderung meiner Beobachtungen über diese Elemente verweise ich bezüglich der früheren Autoren, die ich nur, soweit notwendig, anführen werde, auf die Darstellungen Braun's und Monticelli's.

Im wesentlichen stehen noch immer zwei Anschauungen einander gegenüber, die sich dadurch unterscheiden, dass die eine von ihnen die feinen Äste des Exkretionsgefässsystems an ihrem Ende durch eine mit einem Wimperschopf versehene Zelle abgeschlossen sein lässt, während nach der anderen Ansicht die Exkretionskapillaren an ihrem Ende mit einem feinen, zwischen den blasigen Parenchymzellen sich befindenden Lückensystem in Verbindung ständen. Eine vermittelnde Ansicht hat in letzter Zeit Monticelli (l. c.) aufgestellt, der zwar die Enden der Exkretionskapillaren von der Endzelle, „cellula tettoria", bedeckt sein lässt, indessen das Vorhandensein eines feinen Kanalsystems zwischen den Parenchymzellen zugibt; die verästelten Ausläufer der Endzellen sollen sich zwischen die Zellen des Parenchyms eindrängen und mit dem intercellularen Lakunensystem in Verbindung stehen.[3])

---

[1]) Moniez, l. c.

[2]) Crety, l. c.

[3]) Auf die ganz abweichenden neuen Angaben Haswell's über die Terminalzellen bei *Temnocephala* wage ich — angesichts der mancherlei Besonder-

Bei *Distomum lanceolatum* sind die Verhältnisse des Exkretionsapparates sehr schön klar und eignet sich diese Form daher sehr gut zu deren Untersuchung. Man kann am lebenden Objekte sehr leicht die Lage der einzelnen Wimperzellen feststellen, welche anscheinend eine ganz regelmässige ist und kann dann darnach, wenn dies überhaupt noch notwendig ist, ganz genau bestimmen, wo man auf den Schnitten Wimperzellen anzutreffen hat. Die Schnitte, welche mir die besten Resultate ergaben, waren mit Sublimat-Boraxkarmin oder mit Osmiumsäure(1 $^0/_0$)—Holzessig behandelt.

An solchen Schnitten liess sich nun mit aller wünschenswerten Sicherheit feststellen, dass die Endzellen die Exkretionskapillaren vollständig abschliessen und unmittelbar in die Wandungen derselben übergehen. Diese letzteren bestehen aus einem sehr platten Epithel[1]), das aus wenigen Zellen besteht, da man nur wenige Kerne in den feinen Kapillarästchen antrifft. In den stärkeren Stämmen des Exkretionsapparates trifft man mehr Kerne und wird daher hier der Typus eines wirklichen Epithels mehr gewahrt. Da eine scharfe Trennung zwischen den Wandungen der gröberen und feineren Exkretionsstämme nicht wahrzunehmen ist, vielmehr beide kontinuierlich ineinander übergehen, so ist nicht einzusehen, warum für die feineren Stämme die von Lang[2]) vertretene Anschauung, dass es sich hier um durchbohrte Zellen handele, Geltung haben soll.

Was nun den Bau der Endzellen selbst betrifft, so kann man auch auf Schnitten noch mitunter feststellen, dass sie mit Ausläufern versehen sind, welche zwischen die Parenchymzellen ausstrahlen; überhaupt sind sie, mit Ausnahme der gegen das Exkretionsgefäss zugewendeten Seite, vollständig von diesen umgeben. Von Spalt-

---

heiten dieser Form und mangels eigener Erfahrungen über dieselbe — nicht einzugehen. (Haswell. A Monograph of the *Temnocephaleae*. In: Macleay Memor. Volume.)

[1]) Looss vertritt neuerdings (Zur Frage nach der Natur des Körperparenchyms der Trematoden, pag. 29) die Ansicht, dass die „Exkretionskanäle Lückenräume zwischen den Parenchymzellen", die Terminalzellen aber „Parenchymzellen seien, die anstatt blasig zu entarten, den flimmernden Fortsatz gebildet haben." Dass die Exkretionskanäle eine eigene besondere Wandung haben, scheint mir völlig festzustehen. Ob die Terminalzellen aber einfach nur besondere Parenchymzellen sind, wäre erst durch genauere entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen festzustellen.

[2]) Lang, A. In: Mitteil. Zoolog. Stat. Neapel. 1881, Bd. III.

räumen zwischen den Parenchymzellen, in welche die Ausläufer der Endzellen sich erstrecken sollen, habe ich nichts gesehen. Nach eingehenden Beobachtungen sowohl am lebenden Objekt wie an Schnittpräparaten muss ich das Bestehen derartiger Spalten überhaupt durchaus in Abrede stellen.

Bekanntlich war mehrfach die Zellennatur der „Endzelle“ bestritten worden. Der von anderen Forschern bereits erbrachte Nachweis des Kernes, der auf meinen Präparaten in schärfster Weise hervortrat (Fig. 6 u. 7), muss alle derartigen Anschauungen definitiv beseitigen.

Im Protoplasma der Zelle, das feinkörnig erscheint, sind mitunter Vakuolen zu erkennen, die auch Monticelli schon von anderen *Distomum*-Arten erwähnt.

Der Wimperschopf, welchen die Endzelle an der gegen das Lumen der Exkretionskapillare gerichteten Fläche trägt, ist ziemlich lang. Man kann in ihm eine feine Streifung, mitunter auch an den Enden einzelne zerschlissene Fädchen erkennen. Ich konnte nicht zu absoluter Sicherheit darüber kommen, ob es sich um ein Bündel dicht zusammenstehender Wimpern handelt, wie z. B. Looss[1]) annimmt, oder ob man es mit einem Wimpergebilde zu thun hat, das mit den Membranellen spirotricher Infusorien am ersten zu vergleichen wäre. Die Beobachtung am lebenden Tiere ermöglicht keine sichere Entscheidung; und der Nachweis, dass am Präparate mitunter das freie Ende des Wimperschopfes fein zerschlissen ist, kann auch nicht als Beweis für das Vorhandensein einzelner Wimpern angesehen werden, da eine derartige Ausfranzung und Auffaserung auch bei Membranellen sehr häufig zur Beobachtung kommt. Was den Vergleich mit diesen Wimperorganen besonders nahelegt, das ist die Art und Weise, wie der Wimperschopf im Körper der Endzelle befestigt ist. Man kann nämlich bei genau getroffenen Längsschnitten durch die Enden der Exkretionskapillaren sich öfter davon überzeugen, dass sich an der Basis des Wimperschopfes eine Protoplasmastruktur befindet, welche den von Engelmann[2]) bei den Randzellen der Muschelkiemen und den von mir bei den Membranellen

---

[1]) Looss, A., Beitr. zur Kenntn. d. Tremat. pag. 409.

[2]) Engelmann, Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen. In: Arch. f. Physiol. Bd. 23, 1880.

an *Stentor*[1]) gefundenen Gebilden, die ich s. Z. als „Basallamellen“ bezeichnet habe, sehr ähnlich ist. Es handelt sich um eine von der Basis des Wimperschopfes entspringende Plasmaverdichtung, die sich bis gegen den Kern hin erstreckt und hier bei *Distomum* anscheinend eine nahezu kegelförmige Gestalt besitzt; entsprechend dem runden Querschnitt des Wimperschopfes, von dem ich mich übrigens auf feinen Querschnitten durch denselben wirklich überzeugen konnte. Eine Längsstreifung in dem „Basalkegel“, wie sie Engelmann bei den Muschelkiemen gefunden hat, habe ich nicht wahrnehmen können, was vielleicht an der Kleinheit des Objektes gelegen sein mag; doch muss ich bemerken, dass ich sie auch bei *Stentor* vermisste. Diese Basalkegel sprechen insofern für ein mehr membranellenartiges Wimperorgan, als es sich auch bei *Stentor* und den Randzellen der Muschelkiemen um derartige Gebilde handelt. Mit einer Membranelle im strengsten Sinne des Wortes hätten wir es allerdings angesichts des runden Querschnitts nicht zu thun; doch ist daran zu erinnern, dass auch bei den Infusorien Membranellenbildungen vorkommen, die einen nahezu runden Querschnitt besitzen. Übrigens wollte ich durch Anführung der Membranellen nicht Veranlassung geben, deren Bezeichnung auf den vorliegenden Fall zu übertragen, sondern ich wollte damit nur die Ansicht erläutern, dass es sich bei dem Wimperschopf vielleicht eher um ein stärkeres geschlossenes Gebilde handelt — wie es ja doch auch die Membranellen sind — als um ein Bündel loser, voneinander getrennter einzelner Wimpern.

Soviel mir bekannt, sind Abbildungen der Terminalzellen von Trematoden nach Schnittpräparaten bis jetzt nicht veröffentlicht worden. Die Untersuchung der Terminalzellen und ihrer Beziehungen zu den Exkretionskapillaren auf Schnitten dürfte aber bei der Feinheit der in Frage kommenden Verhältnisse von besonderer Wichtigkeit sein; insbesondere die Frage, ob die Exkretionskapillaren am Ende durch die Terminalzelle völlig abgeschlossen sind, oder ob sie nur mit Spalträumen des Parenchyms in Verbindung stehen, dürfte wohl auf Schnitten mit grösserer Sicherheit entschieden werden können, als auf andersartigen Präparaten. Wie ich schon oben betont habe, ist nach meinen Beobachtungen entschieden das erstere der

[1]) Schuberg, A., Zur Kenntnis des *Stentor coeruleus*. In: Zool. Jahrb., Abtlg. f. Anat. u. Ontog., IV. Bd.

Fall und sind daher die Verhältnisse dieselben, wie sie für die Turbellarien und Cestoden von Lang bezw. Pintner nachgewiesen worden sind, und wie sie für die Trematoden in ähnlicher Weise bisher namentlich von Looss geschildert worden sind.

Nach dem Vorstehenden ist klar, dass — bei gut konservierten Tieren, wenigstens von *Distomum lanceolatum* — eine Verwechselung der Terminalzellen mit Ganglienzellen nicht möglich ist. Immer lässt sich der Wimperschopf — auch auf queren oder schrägen Schnitten durch denselben — als solcher erkennen, und ist es damit, zusammen mit der geringeren Grösse der Zellen selbst, wie ihrer Ausläufer, sowie mit ihrer Verbindung mit den Exkretionskapillaren, stets ermöglicht, sie von den Ganglienzellen zu unterscheiden. Dazu kommt dann noch das verschiedenartige Verhalten der beiderlei Elemente bei der Methylenblaubehandlung. Denn während die Ganglienzellen die vitale Methylenblaureaktion zeigen, ist dies bei den Terminalzellen, wie schon oben (S. 177) angeführt, nicht der Fall, und kann man sie, gleichzeitig, während die erstere zu beobachten ist, noch in lebhafter Flimmerbewegung antreffen.

Unter Berücksichtigung aller dieser Umstände komme ich vor allem zu dem Schluss, dass die „grossen Zellen", welche in den Saugnäpfen und im Pharynx beobachtet worden sind, ausschliesslich Ganglienzellen sind und dass — wenigstens bei *Distomum lanceolatum* — Terminalzellen hier bestimmt fehlen. In Einklang hiermit steht, dass von Exkretionsgefässen in den genannten Organen bei unserer Form nichts wahrzunehmen ist. Ich betone diesen Punkt deshalb, weil von Wright und Macallum[1]), Braun[2]) und Haswell (l. c.) die Ansicht ausgesprochen wurde, dass in den Saugnäpfen auch Terminalzellen vorkommen. Soviel ich aus den Darstellungen dieser Forscher entnehmen kann, stützt sich deren Ansicht indessen bloss auf die Gestalt der Zellen, nicht aber auf den Nachweis des Wimperschopfes. Gegen diese Verwechselung von Terminalzellen und Ganglienzellen hat sich übrigens auch schon Looss[3]) ausgesprochen.

---

[1]) Wright, R. R. und Macallum, A. B., *Sphyranura osleri.* In: Journal of Morphol. Vol. I. 1887, pag. 26.

[2]) l. c. pag. 619 und 692.

[3]) Looss, Zur Frage nach d. Natur d. Körperparenchyms d. Trematod. etc. pag. 18.

III. Subcuticularzellen.

Schon seit längerer Zeit ist bei mehreren Trematoden eine Schicht von Zellen beobachtet worden, welche unter der Körperbedeckung, nahe der Oberfläche gelegen sind. Auch diese Zellen haben, wie so viele andere Gewebselemente der Trematoden, verschiedenartige Deutungen erfahren. Besonders drehte sich der Streit darum, ob man es mit bindegewebigen bezw. Parenchymelementen oder mit Drüsenzellen zu thun habe. Die letztere Anschauung wurde zuletzt namentlich von Brandes[1]) und Monticelli (l. c.) vertreten, von denen ersterer diesen „Drüsen" die Abscheidung der Cuticula der Trematoden als Funktion zuschrieb. Da sie von Walter auch mit den Ganglienzellen in Beziehung gebracht wurden (vergl. oben S. 178), so erscheint es geboten, sie hier gleichfalls kurz zu besprechen.

Ich halte es dabei für zweckmässig, nur auf das einzugehen, was ich selbst beobachtet habe. Es lässt sich mit wenigen Worten dahin präcisieren, dass bei *Distomum lanceolatum* unmittelbar unter dem Hautmuskelschlauch eine Schicht von ziemlich platten Zellen gelegen ist. Die einzelnen Elemente dieser Schicht liegen in der Regel in Gruppen zu mehreren vereinigt und sind durch feine verzweigte Ausläufer charakterisiert, welche mit denen benachbarter Zellen in Verbindung stehen. Es sind die Verhältnisse also so ziemlich die gleichen, wie bei *Distomum hepaticum*, wo sie zuerst von Ziegler[2]) (nach Längs- und Querschnitten) richtig dargestellt worden sind. Der ganze Habitus der Zellen, wie er vor allem auf Flächenpräparaten des lebenden oder mit Methylenblau behandelten Tieres, sowie auf Flächenschnitten deutlich ist, zeigt klar, dass man es mit bindegewebigen Elementen zu thun hat, auf keinen Fall aber mit Drüsen, wie dies behauptet worden ist. Es soll damit keineswegs geleugnet werden, dass Hautdrüsen bei Trematoden überhaupt vorkommen, was ja durch verschiedene Beobachtungen genügend sichergestellt scheint; nur dagegen möchte

---

[1]) Brandes, G., Zum feineren Bau der Trematoden. In: Zeitsch. f. wiss. Zool. 53. Bd. 1892.

[2]) Ziegler, H. S., *Bucephalus* und *Gasterostomum*. In: Zeitschr. f. wiss. Zool. 39. Bd. 1883.

ich mich aussprechen, dass die unter der ganzen Oberfläche verstreuten Zellen — wie es die vorliegenden Elemente sind — als Drüsen aufgefasst werden. Eine derartige Auffassung, gegen die sich auch Looss[1]) ausgesprochen hat, lässt sich in unserem Falle in keiner Weise begründen. Denn einmal spricht schon die Gestalt gegen eine drüsige Natur, ferner aber findet sich weder irgendwelches Sekret noch ein Ausführungsgang, wovon auf Schnitten gar nichts zu bemerken ist. Ebensowenig aber haben diese Elemente mit den „grossen Zellen" etwas zu thun, mit denen sie neuerdings von Walter (l. c.) in Beziehung gebracht worden sind. Ich habe schon oben gezeigt, dass eine Vermengung mit diesen Zellen, deren Ganglienzellennatur nun wohl definitiv feststehen dürfte, ganz unbegründet ist und auf einer sehr willkürlichen Konstruktion beruht (vergl. S. 178).

Welche Bedeutung nun allerdings den „Subcuticularzellen" zukommt, das möchte ich an dieser Stelle noch nicht entscheiden; insbesondere verzichte ich zunächst auf eine Beurteilung ihres etwaigen Verhältnisses zur Cuticula, für deren Abscheidung sie mehrfach in Anspruch genommen worden sind. Um auf diese Dinge eingehen zu können, bedarf es doch noch eingehenderer Beobachtungen, als sie zur Zeit vorliegen. Die Zahl der Hypothesen, die gegenwärtig hierüber existiert, ist so vollkommen ausreichend, dass mir einstweilen kein Bedürfnis vorhanden zu sein scheint, dieselben zu vermehren!

Fasse ich zum Schlusse die Resultate der vorliegenden Arbeit zusammen, so ergeben meine Beobachtungen, dass es bei den von mir untersuchten *Distomum lanceolatum* verästelte Zellen verschiedener Art gibt: nämlich Ganglienzellen, Terminalzellen und Subcuticularzellen, dass aber alle diese Zellen — trotz der gemeinsamen Eigenschaft des Besitzes von Ausläufern — durch andere Merkmale sehr wohl und deutlich voneinander zu unterscheiden sind (Grösse und Art der Verästelung der Ausläufer, Methylenblaureaktion,

[1]) Looss, Zur Frage nach d. Natur d. Körperparenchyms d. Trematod. pag. 30.

Wimperflammen etc.), und dass es aus diesem Grunde nicht angeht, bloss auf Grund unvollkommener Beschreibung des Zellkörpers, die histologische Natur eines derartigen Elementes zu bestimmen. Für *Distomum lanceolatum* schliesslich kann auf Grund dessen mit Bestimmtheit behauptet werden, dass alle „grossen Zellen" Ganglienzellen sind und dass in den Saugnäpfen Terminalzellen fehlen.

Karlsruhe, den 26. Februar 1894.

Figuren-Erklärung

zu Tafel X.

Sämtliche Figuren sind nach Präparaten von *Distomum lanceolatum* gezeichnet.

Fig. 1. Periphere Ganglienzellen; etwas hinter der Mitte des Tieres, auf der Dorsalseite. — Methylenblau. Pikrinsaures Ammon. Pikr.-Ammon-Glycerin. — Seibert Oc. 0, Obj. 5. Vergr. 200. Zeichen-Apparat.
g Ganglienzelle; *m* Muskelfasern.

„ 2. Periphere Ganglienzelle; in der Höhe des linken Hodens, auf der Ventralseite. — Präparation wie bei Fig. 1. — Seibert Oc. 0, Obj. 5. Vergr. 200. Zeichen-Apparat.
g Ganglienzelle; *d* Darm.

„ 3. Nervenstamm (ventraler Längsnerv) und Ganglienzellen, in der Höhe des Bauchsaugnapfes. Aus einem Flächenschnitt. Osmiumsäure 1 %, Holzessig, Paraffin, Canadabalsam. — Seibert Oc. 0, Obj. 5. Vergröss. 200. Zeichen-Apparat.
g Ganglienzellen; *n* Nerv; *s* Subcuticularzellen.

„ 4. Periphere Ganglienzelle, dem Darme anliegend. Präparation wie bei Fig. 3. — Seibert Oc. 0, Obj. 5. Vergr. 200. Zeichen-Apparat.
g Ganglienzelle; *d* Darmepithel.

„ 5. Subcuticularzellen. — Methylenblau; von einem im Absterben begriffenen Tiere; bei Gasbeleuchtung. — Seibert Oc. 0, Obj. 5. Vergr. 200.
m Muskelfasern; *s* Subcuticularzellen.

„ 6. Terminalzelle; aus einem Querschnitt. — Sublimat, Boraxkarmin, Paraffin, Canadabalsam. — Seibert Oc. I. Hom. Imm. $^1/_{12}$. Vergr. 545. Zeichen-Apparat.
k Exkretionskapillar; *t* Terminalzelle; *n* Nucleus, *v* Vakuole, *w* Wimperschopf der Terminalzelle.

„ 7. Terminalzelle; aus einem Flächenschnitt. — Osmiumsäure 1 %, Holzessig, Paraffin, Canadabalsam. — Seibert Oc. 0. Hom. Imm. $^1/_{12}$. Vergröss. 365. Zeichen-Apparat.
k Exkretionskapillar; *t* Terminalzelle; *n* Nucleus, *w* Wimperschopf, *b* Basalkegel der Terminalzelle.

ÜBER

CUTICULAR-BILDUNGEN

BEI EINIGEN

NEMATODEN.

Von

Dr. ANTON VAN BÖMMEL.

Mit Tafel XI.



Über die Cuticularbildungen der Ascariden sind mit Ausnahme von Camerano in neuerer Zeit keine eingehenden histologischen Untersuchungen gemacht worden.

Dieser Umstand bewog meinen verehrten Lehrer Herrn Privatdozenten Dr. Schuberg, mir eine Untersuchung über den genannten Gegenstand anzuempfehlen, zumal mir immer hinreichend Material wenigstens von zwei Ascariden *(A. lumbricoides* und *megalocephala)* durch die gütige Vermittlung des Herrn Polizeitierarztes und Schlachthausvorstehers Düll zu Gebote stand; das Material zur Untersuchung von *Ascaris mystax* wurde mir gütigst von Herrn Dr. Schuberg zur Verfügung gestellt.

Untersuchungsmethoden.

Bevor ich auf meine Arbeit näher eingehe, will ich die angewandten Konservierungs-, Färbe- und Aufhellungs-Methoden mitteilen.

Als Konservierungs- Flüssigkeiten wurden angewandt: Konzentrierte Sublimat-Lösung, Alcohol absolutus + 1% Essigsäure und Pikrinessigsäure, von denen die letzte Methode die besten Resultate ergab.

Einige jüngere Exemplare von *Ascaris megalocephala*, die mir Herr Professor Boveri freundlichst zur Verfügung stellte, waren in Perenyi'scher Flüssigkeit konserviert gewesen; auch von ihnen erhielt ich sehr brauchbare Präparate.

Zur Färbung in toto wurde hauptsächlich Boraxkarmin benutzt. Da jedoch die cuticulare Körperbedeckung für die Farblösung schwer durchdringlich ist, habe ich die einzelnen zum Färben bestimmten Stücke sehr klein geschnitten und so einer vollkommenen Durchfärbung zugänglich gemacht.

Die Einbettung geschah in Paraffin nach vorheriger Chloroform-Behandlung.

Bei einigen Präparaten habe ich Indigkarmin-Boraxkarmin mit Oxalsäurenachbehandlung (Noris und Shakespeare) zur Färbung auf dem Objektträger angewandt; letztere Methode lieferte ebenfalls sehr scharfe Bilder.

Zur Aufhellung der Präparate habe ich in der Hauptsache drei Methoden benützt und zwar zunächst eine Mischung von:

Essigsäure	1,0
Glycerin	67,0
Wasser	132,0

Diese Methode hat den Nachteil, dass die Präparate sehr stark quellen, ferner auch nur kurze Zeit (einige Wochen) aufbewahrt werden können.

Die zweite Methode war eine Mischung von Glycerin und Wasser zu gleichen Teilen. — Auch hierbei trat eine Quellung der Präparate ein, aber nicht in dem Masse, wie bei vorhingenannter Methode; dann hat selbe auch noch den Vorteil, dass sich die Präparate längere Zeit brauchbar erhielten.

Zur Kontrolle habe ich sehr viele Präparate mit Canadabalsam angefertigt.

Ausser Quer- und Längsschnitten habe ich auch Flächenpräparate der abpräparierten Cuticula zum Studium herangezogen; die Bilder, welche man bei verschiedener Einstellung erhält, habe ich in den Figuren in der Reihenfolge von aussen nach innen nebeneinander gestellt (Fig. 3 u. 8).

I. Cuticula der Körperbedeckung.

Der erste Autor, welcher an der Körperbedeckung der Nematoden eine Schichtung wahrgenommen hat, war C. Th. v. Siebold (1). Er beschreibt bei *Ascaris lumbricoides* ausser der sogenannten Epidermis 4 Faserschichten.

Etwas weiter in den Bau der Cuticula drang Czermak ein, der die von Siebold gesehenen 4 Faserschichten teilweise richtig deutete, ferner aber auch noch zwischen der äusseren Schicht, der sogenannten Epidermis, und den Faserschichten eine neue, homogene Schicht beschrieb.

Sehr grosse Verdienste um die Untersuchung der Nematoden hat sich in den 60er Jahren Schneider (4) erworben; dieser Autor unterscheidet eine subcutane und eine Cuticular-Schicht. Letztere teilt er wiederum in die innere Schicht der gekreuzten Fasern und in die äussere, die er Cuticula im engeren Sinne nennt.

Ferner ist hervorzuheben Bastian (5), der ebenfalls 2 Hauptteile unterscheidet, nämlich „Ekderon" und „Enderon". Am Enderon unterscheidet er dann wiederum 5 Schichten, worauf ich später näher eingehen werde.

Von Wichtigkeit sind die Angaben Leuckart's (6), der die Cuticula von *A. lumbricoides*, ferner auch von *A. mystax* einer genauen Untersuchung unterzogen hat.

Im allgemeinen stimmt er in der Angabe der Anzahl der Schichten mit Czermak überein. Aber auch ihm ist, wie wir im Folgenden sehen werden, manches entgangen, resp. ist von ihm falsch gedeutet worden.

Camerano (8) endlich, der, neben der Schilderung der Haut einiger anderer Nematoden, eine wenig gute Beschreibung der Cuticula von *Ascaris lumbricoides* gibt, hat keine Schnitte angefertigt, sondern nur Flächenpräparate: ausser der Ringelung, die durch Falten hervorgebracht werde, hat er 2 Faserschichten und eine homogene Schicht gesehen.

1. *Ascaris lumbricoides.*

Bevor ich auf eine nähere Beschreibung der von mir gesehenen Cuticula-Schichten von *Ascaris lumbricoides* eingehe, will ich dieselben an einem Quer- und Längsschnitt kurz erläutern (Fig. 1 u. 2).

Zu äusserst haben wir an der Cuticula von *Ascaris lumbricoides* die sogenannte Epidermis, von mir Rindenschicht genannt, welche in eine äussere (*a r s*) und innere Schicht (*i r s*) zerfällt.

Auf sie folgt die sogenannte homogene Schicht, an der man einen differenzierten (bisher übersehenen) äusseren Teil, den ich als Fibrillenschicht bezeichne, und eine eigentliche homogene Schicht (*e h g*) unterscheiden kann. Nach innen wird die „homogene" Schicht von einer bisher gleichfalls übersehenen Lamelle begrenzt, für die ich den Namen Bänderschicht (*b s*) einführen will. Diese trennt die 3 folgenden Faserschichten von der homogenen

Schicht. Als Abschluss gegen die Subcuticula finden wir die Basalmembran der Autoren, von mir Basallamelle genannt (*b m*).

Die von der Fibrillenschicht und der Subcuticula begrenzten Schichten sind von den älteren Autoren (Siebold) unter dem Namen Corium zusammengefasst worden, während die neueren Autoren die „homogene“ Schicht allein Corium nennen.

Schon bei äusserlicher Betrachtung des Parasiten sehen wir an dessen Körperoberfläche eine Ringelung. Diese Ringelung, die nach den früheren Autoren durch Furchen (Czermak) und Spalten (Schneider) verursacht sein sollte, wird von Leuckart darauf zurückgeführt, dass die Körperbedeckung aus Bändern bestehe, die durch Membranen zusammenhängen. Camerano sagt, dass die erste Schicht Querstriche zeige, die aussehen wie Ringe. Diese Ringelung werde durch Falten „puramente a pieghatteture dello strato“ hervorgebracht.

Bei Untersuchung auf Längsschnitten (Fig. 1) stellt sich heraus, dass die Ringelung nur die stark lichtbrechende äussere Rindenschicht betrifft, indem dieselbe, jedem Ring entsprechend, sowohl auf der äusseren wie inneren Seite eine Furche trägt, wodurch sie so stark verdünnt wird, dass die Beschreibung von Leuckart, wonach die äussere Schicht aus Bändern bestehe, die durch Membranen zusammenhängen, den thatsächlichen Verhältnissen ziemlich gut entspricht. An ganz gelungenen Präparaten lassen sich in dieser äusseren Rindenschicht abermals 2 verschiedene Zonen unterscheiden: eine dünne, stark lichtbrechende äussere (α), und eine dicke innere (β); es macht den Eindruck, als wenn an den Ringen nur die äussere beteiligt wäre.

Breitet man ein kleines Stück der Haut von *A. lumbricoides*, nach sorgfältiger Entfernung der Muskulatur und Subcuticula, auf dem Objektträger aus, so findet man, dass die Ringelung an den Seitenlinien unterbrochen ist; zuweilen findet auch eine Unterbrechung zwischen den Seitenlinien in der Weise statt, dass entweder einzelne Ringfurchen plötzlich enden, wie schon Leuckart beschrieben hat oder dass 2 anfangs parallel verlaufende unter einem spitzen Winkel zusammentreffen.

Auf die vorhin beschriebene äussere Rindenschicht folgt eine etwa dreimal so starke Schicht von homogener und weniger stark lichtbrechender Beschaffenheit (innere Rindenschicht, Fig. 1, *i r s*). Dieselbe ist von circulären Lamellen durchsetzt, die, wie Längsschnitte

zeigen, jedesmal zwischen 2 Ringen ihren Anfang nehmen und in leicht geschwungenem Verlauf die Schicht durchsetzen (Fig. 1). Auf Querschnitten (Fig. 2) erhält man über die Struktur dieser Lamellen näheren Aufschluss; sie bestehen aus einem äusseren homogenen Bereich, der sich nach innen in parallele, manchmal körnige Fasern auflöst (δ); dieselben erreichen die angrenzende Fibrillenschicht.

Auf Flächenpräparaten finden wir dementsprechend unter den oben beschriebenen Einfaltungen einfache Reihen von Punkten, die optischen Durchschnitte durch die ebengenannten Fortsätze (Fig. 3, *b*).

Auf die innere Rindenschicht folgt die sogenannte „homogene" Schicht, an der man einen äusseren schmäleren Teil, den ich seinem Bau nach als Fibrillenschicht bezeichne (Fig. 1 u. 2, *fr*) und einen inneren eigentlichen, etwa zehnmal so breiten homogenen Teil (Fig. 1 u. 2, *ehg*) unterscheiden kann. Die äussere Lage stellt sich auf Längs- und Querschnitten in Form von Punkten und Körnern und kleinen anastomosierenden Fortsätzen dar. Manche Fortsätze hören jedoch in der Fibrillenschicht nicht auf, sondern gehen gewissermassen als Verlängerungen der Fasern in die Tiefe, die eigentliche homogene Schicht durchsetzend, um die Bänderschicht zu erreichen, in deren Substanz sie sich zu verlieren scheinen.

Auf Flächenpräparaten finden wir, dass sich an den Stellen, wo die Fortsätze der in der inneren Rindenschicht verlaufenden Lamellen aufhören, ein Netzwerk von Fibrillen ansetzt, und zwar die einzelnen Fibrillen mit verdickten Enden. Die Fibrillen bilden, wie bereits gesagt, ein Netzwerk, indem sie sich in einer gewissen Tiefe in einer zur Oberfläche des Körpers parallelen Ebene verästeln (Fig. 3, *c*). Die Äste anastomosieren mannigfach untereinander und bilden oft ein Flechtwerk mit sternförmigen Figuren. Ob diese Fibrillen mit den in der inneren Rindenschicht verlaufenden parallelen Fibrillen im organischen Zusammenhange stehen, möchte ich unentschieden lassen. Ich neige mich der Ansicht zu, dass ein organischer Zusammenhang zwischen denselben nicht besteht. Hervorheben will ich noch, dass bei manchen Flächenpräparaten der von den Fortsätzen gebildete Filz sehr dicht erschien, während er bei anderen wiederum sehr dünn war; der letzte Fall ist in Fig. 3 (*c*) abgebildet.

Auf die homogene Schicht, die etwa die Hälfte der Dicke der Cuticula in Anspruch nimmt, folgt eine sehr dünne (strukturlose) Lamelle, die wir Bänderschicht nennen wollen. Man beobachtet

nämlich auf Längsschnitten (Fig. 1, *b s*) in regelmässig wiederkehrenden Abständen Einschnürungen, deren Zahl denjenigen der äusseren Rindenschicht entspricht. An Flächenpräparaten diese Schicht nachzuweisen, war mir nicht möglich.

Diese Lamelle trennt die „homogene“ Schicht gegen drei weitere Schichten ab, die wir ihrer Anordnung und dem Bau nach als äussere, mittlere und innere Faserschicht unterscheiden (Fig. 1 u. 2, *a f s*, *m f s*, *i f s*).

Von diesen Schichten ist die mittlere am stärksten und bei ihr zu gleicher Zeit die Faserung am meisten ausgesprochen. Von den beiden anderen Schichten ist die innere etwas dünner als die äussere. Alle 3 sind von diagonal verlaufenden, in der Längsrichtung des Tieres stark abgeplatteten Fasern gebildet; die Fasern jeder Schicht sind, wie die Flächenpräparate sehr schön zeigen, unter sich parallel und zwar verlaufen sie in der äusseren und inneren Schicht gleich gerichtet, während die der mittleren jene annähernd unter einem halben rechten Winkel kreuzen (Fig. 3, *e*, *f*, *g*).

Als innerste und zugleich letzte folgt eine Schicht, die etwa zwei Drittel so dick ist, als die innere Faserschicht; dieselbe zeigt auf Querschnitten sehr feine radiäre Streifung. Ich will sie Basallamelle nennen (Fig. 1 u. 2, *b m*). Von der Fläche betrachtet bemerken wir in ihr zahlreiche, unter sich parallele, in der Längsrichtung des Körpers gestellte, feine, zarte Streifen, deren jeder sich aus punktförmigen Strichen zusammensetzt (Fig. 3, *h*).

2. *Ascaris megalocephala.*

Bei *Ascaris megalocephala* kehren im grossen und ganzen die Verhältnisse, wie wir sie bei *Ascaris lumbricoides* gesehen haben, wieder, doch möchte ich auf einige Abweichungen aufmerksam machen.

Die äussere Rindenschicht nämlich zeigt insofern einen Unterschied, als die einzelnen Ringe übereinander greifen und jeder einzelne Ring mit seinem Anfang unter das Ende des vorderen Ringes geschoben ist (Fig. 4).

Ferner sieht man auf Längsschnitten an der Stelle eines jeden Ringes, wo er etwas über den nachfolgenden übergreift, einen kleinen Vorsprung. In der Verbindungsstelle selbst ist dagegen die äussere

Rindenschicht etwa auf die Hälfte der früheren Dicke verdünnt; die innere Zone der äusseren Rindenschicht ist an den Einkerbungen vollständig unterbrochen.

Was die von der äusseren Rindenschicht ausgehenden circulären Lamellen angeht, so sind dieselben bei diesen Parasiten, wie Längsschnitte (Fig. 4) zeigen, viel stärker nach vorne gekrümmt. Ferner bemerkt man an der konvexen Seite der gebogenen Lamellen, und zwar an ihrer centralen Hälfte anliegend, einen stärker lichtbrechenden Streifen, von dem aus kleine Fäserchen in die innere Rindenschicht ausstrahlen (Fig. 4).

Auf Querschnitten erkennt man an der genannten Lamelle, wie bei *A. lumbricoides*, zwei Bereiche, einen homogenen und einen faserigen; während jedoch bei *A. lumbricoides* die äussere Zone die breitere war, ist bei diesem Parasiten das Gegenteil der Fall, indem der innere, von parallelen Fasern gebildete Bereich etwa doppelt so breit ist, als der äussere homogene. Ferner erheben sich die Fasern wie die Zähne eines Kammes mit verbreitertem Ende aus dem homogenen Bereich, um sich nach der Fibrillenschicht hin spitz zulaufend zu verschmälern. Die Fasern selbst haben eine verschiedene Dicke, was bei *A. lumbricoides* nicht der Fall war.

Die Fibrillenschicht (Fig. 4 u. 5, *fr*) zeigt dasselbe Verhalten wie bei *A. lumbricoides.*

Die in die eigentliche homogene Schicht gehenden Fortsätze erreichen nur in einzelnen wenigen Fällen die Bänderschicht; im übrigen verlieren sie sich in der homogenen Schicht, die relativ viel mächtiger entwickelt ist, wie bei *A. lumbricoides* (Fig. 4 u. 5, *e h g*).

Die Bänderschicht (Fig. 4 u. 5, *b s*), die bei *A. lumbricoides* nur auf Längs- und Querschnitten nachweisbar war, zeigt sich auch bei *A. megalocephala* in gleicher Weise; nur sind die Bänder viel stärker, und daher mag es rühren, dass sich dieselben auch an Flächenpräparaten nachweisen lassen, in Gestalt von verschwommenen Streifen, deren Breite den einzelnen Ringen entspricht. Die Ränder der einzelnen Bänder senken sich häufig eine Strecke weit zwischen die angrenzenden Fasern ein und es wäre denkbar, dass der Kitt, der die einzelnen Fasern miteinander verbindet, seiner Substanz nach mit der der Bänder identisch wäre (Fig. 4, *b s*).

Die Faserschichten verhalten sich wie bei *A. lumbricoides*; jedoch sind die Fasern der innersten Schicht weniger zahlreich als

die der beiden äusseren, dagegen dicker und erscheinen auf Längsschnitten, wo sie quer getroffen werden, stumpf oval.

Zwischen der inneren Faserschicht und Subcuticula findet sich die untere Basallamelle, die völlig homogen erscheint und die Längsstreifung, die wir bei *A. lumbricoides* auf Querschnitten und Flächenpräparaten sahen, vermissen lässt (Fig. 5, *b m*).

3. *Ascaris mystax.*

Während *A. lumbricoides* und *A. megalocephala* im Bau der Cuticula sehr grosse Ähnlichkeit zeigen, finden wir bei *A. mystax* ein von diesen bedeutend abweichendes Verhalten.

Zunächst ist das Verhalten der Rindenschicht auffallend. Während nämlich die äussere Rindenschicht das bei *A. lumbricoides* geschilderte typische Verhalten zeigt, fehlt die innere Rindenschicht diesem Parasiten vollständig. Ferner sind die Ringe verhältnismässig sehr breit und es kann eine Verdünnung der äusseren Zone an den Einkerbungen kaum wahrgenommen werden. Die Einkerbungen selbst sind sehr tief, sodass sie fast vollständig die innere Zone der Rindenschicht durchschnüren (Fig. 6, *r s*).

Die bei *A. lumbricoides* und *megalocephala* sogenannte homogene Schicht wird von Fasern, wie man auf Längs- und Querschnitten sieht (Fig. 6 u. 7), so dicht durchsetzt, dass sie nur in bestimmten, scharf umgrenzten Partien ihre homogene Beschaffenheit beibehält. Diese Fibrillen bilden Anastomosen und Verflechtungen, und zwar jeweils an der der Mitte und den Endpunkten eines Ringes entsprechenden Stelle, wodurch die homogene Schicht gleichfalls in einzelne homogene Bänder zerlegt wird, die sich auf Längsschnitten als ovale Inseln (Fig. 6, *h g*) homogener Substanz darstellen, umhüllt von einem Netzwerk feiner Fäserchen, die sie nach aussen als äussere Fibrillenschicht (Fig. 6, *a f r*) von der Rindenschicht, nach innen als innere Fibrillenschicht von der äusseren Faserschicht trennen (Fig. 6, *i f r*).

Auf Querschnitten finden wir die homogene Schicht in ihrer peripheren und centralen Partie (äussere und innere Fibrillenschicht) entsprechend den quergetroffenen Fasern von Punkten durchsetzt (Fig. 7, *a f r* u. *i f r*), dazwischen bleibt eine homogene Lage, in der man von Strecke zu Strecke Fäserchen sieht, nämlich an der Grenze zweier Ringe und in der Mitte zwischen denselben.

Ganz entsprechend nun stellt sich dieses Faserwerk auch auf den Flächenpräparaten dar (Fig. 8, *c*); sowohl an den Grenzen der Ringe, wie in der Mitte zwischen je zwei Ringen findet sich ein dichter, bei wechselnder Einstellung bleibender Filz, wogegen in den übrigen Partien mehr längs verlaufende Fäserchen wahrgenommen werden und zwar eine höhere und eine tiefere Lage, die die vorhin schon erwähnten Ringbänder zwischen sich fassen.

Die bei *Ascaris lumbricoides* und *megalocephala* vorhandene Bänderschicht lässt sich nicht nachweisen.

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Arten sind nur zwei Faserschichten vorhanden, die ungefähr gleichbreit sind (Fig. 6 u. 7, *a f s*, *i f s*). Die Fasern der beiden Schichten sind wenig zahlreich und namentlich die der inneren sehr dick. Ferner zeigen die Faserschichten auf Längsschnitten (Fig. 6) einen welligen Verlauf und zwar in der Weise, dass jedesmal der höchste Punkt eines Wellenberges ungefähr der Mitte eines Ringes gegenüber liegt.

Die Fasern der beiden Schichten stehen im Winkel wie bei *Ascaris lumbricoides* und *megalocephala* (Fig. 8, *c g*).

Entsprechend diesem welligen Verlauf ist die Basallamelle an den Vorsprungsstellen der Faserschichten verdünnt (Fig. 6, *b m*); im übrigen besitzt dieselbe eine unverhältnismässige Dicke, sie übertrifft sogar absolut diejenige von *Ascaris lumbricoides*, mit deren übrigem Verhalten sie übereinstimmt.

Gehe ich nun auf eine nähere Besprechung der Litteratur und zwar zunächst betr. *Ascaris lumbricoides* ein, so ist nochmals hervorzuheben, dass die von mir beschriebene Rindenschicht von den früheren Autoren „Epidermis“ genannt worden ist.

Czermak (2) hat bereits in der Epidermis zwei Zonen unterschieden, indem er schreibt, dass dieselbe nach innen eine faserige Struktur zeige, während sie nach der Oberfläche hin in ein homogenes Gewebe übergehe. Diese Struktur werde bewirkt durch Fältchen oder Fasern, die mehr oder weniger senkrecht auf die Querringel gestellt sind; dieselben würden also unseren Fortsätzen (circulären Lamellen) entsprechen.

Schneider (4) unterscheidet in der Epidermis bereits ebenfalls eine geringelte und eine ungeringelte Schicht, entsprechend meiner äusseren und inneren Rindenschicht; dass jede von diesen Schichten

— die letzteren wenigstens im Bereich der circulären Lamellen — in zwei Zonen zerfällt, ist von ihm übersehen worden. Die von mir beschriebenen Fortsätze scheint er, der Abbildung nach (Fig. XXI, 1), auch gesehen zu haben, beschreibt sie aber nicht näher; er sagt nur: „Der ungeringelte Teil ist bei *Ascaris lumbricoides* und *megalocephala* fast homogen, nur von einzelnen, in Gestalt platter Fasern auftretenden, stärker lichtbrechenden Stellen durchsetzt."

Auch Camerano (8) hat die Fortsätze gesehen und beschreibt sie als feine Strichelung, die nach Einwirkung von Kalilauge hervortritt und fibrilläre Struktur zeigt; die Strichelung setzt sich fort in den Lücken zwischen den Ringen.

Komme ich nun darauf zurück, welche Schichten des sogenannten Coriums der älteren Autoren gesehen worden sind, so findet sich bei Siebold (1, p. 114) als Resumé seiner Beobachtungen folgende Stelle:

„Das unter der Epidermis liegende Corium hat eine faserige Struktur, indem sich 2 Faserschichten als Quer- und Längsfasern in einem rechten Winkel und 2 andere Faserschichten schief durchkreuzen."

Die „homogene" Schicht nebst unserer Bänderschicht wurde von ihm übersehen; betreffs der 4 Faserschichten möchte ich annehmen, dass er ebenso wie später Czermak unsere Basallamelle und die Subcuticula der Autoren als Faserschichten gedeutet hat, zumal dieselben leicht den Anschein der Faserung vorspiegeln können.

Czermak (2) beschreibt ebenfalls 4 Faserschichten; von aussen nach innen heissen sie folgendermassen:

a) äussere,
b) innere Spiralfaserschicht,
c) Längs- und
d) Querfaserschicht.

Die Längsfaserschicht beschreibt er als durchsichtiges Häutchen mit zarter Längsstreifung. Dieselbe entspricht also unserer Basallamelle. Die von ihm gesehene Querfaserschicht ist dagegen nichts anderes, als die Subcuticula der Autoren. Denn er schreibt: „Auf die innere Spiralfaserschicht folgt eine grob granulierte Membran, welche an ihrer äusseren Oberfläche eine mehr oder weniger deutliche Querfaserung erkennen lässt. In unmittelbarer Berührung mit dieser Lamelle stehen dann die Längs- und Quermuskeln." — Ferner ist von ihm zum erstenmal die homogene Schicht gesehen worden, hierüber sagt er folgendes (pag. 757): „Ich erkannte zwischen der

Epidermis und den von Siebold aufgezählten 4 Faserschichten noch eine bis 0,02‴ und darüber dicke Lage einer farblosen, dem geronnenen Eiweiss nicht unähnliche Substanz, die ganz homogen aussieht.“

Bastian (5) unterscheidet an der Haut von *Ascaris lumbricoides* 2 Hauptschichten, „Ekderon“ und „Enderon“. — Sein „Ekderon“ ist die Cuticula, sein „Enderon“ die Subcuticula der Autoren. Das „Ekderon“ zerfällt nach ihm in 5 Schichten:

1. äusserste Chitinschicht,
2. homogene Schicht,
3. äussere,
4. innere Faserschicht,
5. innerste Chitinschicht mit feinen Längsstrichen, womit offenbar die Basallamelle gemeint ist.

Von Leuckart (6) sind ebenfalls nur 2 Faserschichten gesehen worden, die beide so ziemlich die gleiche Dicke besitzen und auch sonst unter sich übereinstimmen. Die zuerst von Czermak erwähnte homogene Schicht, ferner auch dessen Längs- und Querfaserschicht hat er ebenfalls gesehen und beschrieben. Die homogene Schicht erkennt er, mit Ausnahme einzelner Stellen (Lippen), als vollständig homogen; ebenso auch irrtümlicherweise die Längsfaserschicht, während bereits die Querfaserschicht richtig von ihm als subcuticulare Körnerlage gedeutet wird.

Von Camerano, der, wie bereits erwähnt, nur Flächenpräparate angefertigt hat, sind ebenfalls nur 2 Faserschichten gesehen worden; die „homogene“ Schicht erwähnt er nicht. Es sagt folgendes: „Al disotto dello strato cuticolare esterno si osserva uno strato formato da fibre incrociate in moto da constituire dei rombi. Colla dilacerazione è facile vedere che questo strato è constituito da due ciascuno dei quali ha fibre disposte in una cola direzione.“ — Ferner erwähnt er unterhalb der Faserschicht noch eine Schicht, die homogen erscheint. Bei starker Vergrösserung jedoch soll sie aus mehreren übereinander gelagerten Fasern bestehen. Diese Schicht würde unserer Basalmembran entsprechen.

In der Cuticula von *Ascaris megalocephala* sind von Schneider 3 Faserschichten gesehen worden.

Bastian (5) gibt eine Abbildung der Cuticula dieses Parasiten, die aber von der von *Ascaris lumbricoides* nicht abweicht.

Über die Cuticula von *Ascaris mystax* finden wir ebenfalls nur wenige Angaben in der Litteratur.

Bastian (5) beschreibt und bildet einen Fortsatz ab, der von der unteren Basalmembran in die Seitenlinie gehen soll. Etwas ähnliches ist auch von mir, aber nur bei ganz vereinzelten Präparaten, gesehen worden, und ist dieser „Fortsatz" wohl als ein Kunstprodukt (Riss in die Seitenlinie) anzusehen.

Leuckart (6) beschränkt sich auf die Angabe, dass mit einigen Variationen die bei *Ascaris lumbricoides* geschilderten Verhältnisse wiederkehren.

Zur Strassen (12), der nur ganz kurz und gelegentlich die Cuticula von *Ascaris mystax* auf Längsschnitten untersucht hat, hielt irrtümlicherweise die Querschnitte der homogenen Bänder für Kerne (vergl. später S. 206). —

Zum Schlusse dieser Litteraturübersicht möge noch die Beschreibung der Cuticula von *Trichocephalus dispar* Platz finden, die von Eberth untersucht worden ist.

Zu äusserst ist die farblose, stark lichtbrechende Epidermis und unter derselben eine ebenso breite strukturlose Lamelle, die Eberth als äusserste Lage des Coriums bezeichnet. Diese beiden Schichten würden der äusseren und inneren Epidermisschicht unserer Ascariden entsprechen. Darauf folgt eine dritte Lage, breiter und matter, die gegen ihre Oberfläche ein körniges Aussehen hat und in den tieferen Partien eine zarte, parallele Streifung zeigt, unsere Fibrillenschicht und eigentliche „homogene" Schicht von *Ascaris lumbricoides*. Dann beschreibt er einen strukturlosen, homogenen Streifen, die die zweite Coriumlage von der Schicht der gekreuzten Fasern trennt; die Bänderschicht bei *Ascaris lumbricoides* und *megalocephala*. Gekreuzte Faserschichten hat er 2 gesehen und beschrieben. Er unterscheidet in denselben 2 besondere Schichtungen; die äussere nämlich wird aus zarten Fasern zusammengesetzt, von denen die einen den Leib in rechts-, die anderen in linksgewundenen Spiralen umziehen. Die innerste Schicht besteht aus etwas feineren, senkrecht zur Längsachse des Körpers gestellten, parallel verlaufenden Fasern. Als letzte und innerste Schicht endlich erwähnt Eberth eine schmale, glänzende Lamelle, die von Fasern durchsetzt ist. Er fasst dieselbe als eine dünne Lage der innersten Faserschicht auf. Dieselbe würde der Basalmembran unserer Ascariden entsprechen.

Wir sehen also, dass die Cuticula des *Trichocephalus dispar* grosse Ähnlichkeit zeigt mit der Cuticula des Hauptvertreters der Ascariden, nämlich *Ascaris lumbricoides.*

II. Der Flügelfortsatz bei *Ascaris mystax* und die homologen Gebilde bei *Ascaris lumbricoides* und *megalocephala.*

1. *Ascaris mystax.*

Bekanntlich besitzt *A. mystax* am vorderen Ende beiderseits eine hervorragende Leiste, wodurch dasselbe verbreitert und lanzettförmig erscheint, und die von den Autoren Flügelfortsatz genannt wird.

In Fig. 9 habe ich einen Querschnitt des Flügelfortsatzes — etwa aus der Mitte desselben — abgebildet, an dem man erkennt, in welcher Weise die einzelnen Schichten an seiner Bildung teilnehmen. Betrachten wir die Schichtenfolge von innen nach aussen, so zeigt sich, dass die Basallamelle (*b m*) und innere Faserschicht (*i f s*) an der Bildung des Fortsatzes keinen Anteil nehmen, indem die letzte an dieser Stelle kaum verdickt erscheint, die erste aber im Gegenteil sich verdünnt und in der Mitte sich kaum noch als selbständige Schicht gegen die innere Faserschicht abgrenzt.

Die Hauptmasse des Flügelfortsatzes wird gebildet durch die sich enorm verdickende äussere Faser- (*a f s*) und innere Fibrillenschicht (*i f r*), die im Flügelfortsatz selbst ihre Grenze gegeneinander verlieren; aus ihnen strahlen zahlreiche Fasern in den Fortsatz aus, die einander zum Teil in der Mittellinie begegnen und miteinander in Verbindung treten.

Die homogenen Ringbänder zwischen den beiden Fibrillenschichten überziehen gleichfalls den Flügelfortsatz, gegen denselben aufsteigend und allmählich an Dicke zunehmend, nach der Kante hin dagegen sich stark verjüngend (*h g*).

Auch die äussere Fibrillenschicht (*a f r*) erfährt im Flügelfortsatz eine Verdickung etwa um das Doppelte; die Rindenschicht bleibt unverändert.

Innerhalb des Flügelfortsatzes befindet sich ein Gebilde von stark lichtbrechender Substanz, das sich scharf von seiner Umgebung abgrenzt; ich will dasselbe als Flügelleiste bezeichnen (*f g l*).

Auf Querschnitten hat es die Form einer Pfeilspitze. Es ist in der Mitte des Flügelfortsatzes gelegen, berührt mit der Spitze

die äussere Zone der Rindenschicht, durchbricht deren innere Zone sowie die äusseren Fibrillen und die Schicht der homogenen Ringbänder und endigt etwa in der halben Höhe des Flügelfortsatzes; dabei nimmt es von aussen nach innen allmählich an Dicke zu und spaltet sich schliesslich in zwei Zipfel.

Wie der Querschnitt lehrt, setzen sich an beiden Seiten der Flügelleiste zahlreiche parallele Fibrillen an, von denen schon das Querschnittsbild aussagen lässt, dass sie zwischen die homogenen Ringbänder hindurchtreten und sich in der äusseren Fibrillenschicht verlieren.

Diese parallelen Fibrillen sind nun nicht gleichmässig im Flügelfortsatz verteilt, sondern bilden in einfacher Schicht parallele Lagen, deren jede einer Ringfurche entspricht.

Dies zeigt sich am besten an sagittalen Längsschnitten durch den Flügelfortsatz, wie Fig. 10 erkennen lässt, wo nun auch hervortritt, dass die Oberfläche der Flügelleiste der Körperringelung entsprechend gefurcht ist; an der Grenze zwischen 2 Furchen entspringen die parallelen Fibrillen, durchsetzen die innere Fibrillenschicht, treten zwischen die homogenen Ringbänder hindurch und lassen sich eine Strecke weit in der äusseren Fibrillenschicht verfolgen.

Ferner sind die quer getroffenen strukturlosen Bänder der homogenen Schicht mehr rund, während sie an den übrigen Stellen des Körpers mehr einen ovalen Querschnitt haben.

Erwähnenswert ist noch das Verhalten der Rindenschicht am vorderen und hinteren Ende des Flügelfortsatzes, wo sich derselbe in dem Niveau der Körperoberfläche verliert.

Man sieht in der Richtung seiner Kante verlaufend auf Querschnitten eine papillenartige Erhebung, die an ihrer Basis verschmälert und jederseits durch eine Furche gegen die übrige Körperoberfläche abgegrenzt ist, ferner an ihrem freien verbreiterten Teil durch 2 Einkerbungen in 3 stumpfe Zipfel zerfällt (Fig. 12).

An dieser Bildung nimmt nur die Rindenschicht teil.

Im weiteren Verlauf sinkt diese Bildung immer gegen die Oberfläche ein, sodass auch der vorher freie Teil unter der Oberfläche zuliegen kommt und nur einen annähernd elliptischen Querschnitt besitzt (Fig. 13).

Als letzte Andeutung dieser Bildung finden wir die Rindenschicht einfach nach innen eingesenkt.

Zugleich erscheint sie an dieser Stelle unterbrochen, übrigens überall gleichmässig dick (Fig. 14).

2. *Ascaris lumbricoides.*

Interessant ist zu sehen, dass auch bei *Ascaris lumbricoides*, wo vom Flügelfortsatz äusserlich keine Spur wahrzunehmen ist, trotzdem im vordersten Teil des Körpers eine Cuticularstruktur nachweisbar ist, die mit der Flügelleiste von *Ascaris mystax* grosse Ähnlichkeit zeigt und wohl sicherlich mit derselben homologisiert werden darf.

Ein Querschnitt durch das vordere Körperende wird dieses illustrieren (Fig. 11).

Man sieht hier, wie sich, dem Verlauf der Seitenlinien entsprechend, aus der Bänderschicht nach aussen 2 Platten erheben, deren Dicke das 3—4 fache dieser Schicht beträgt. Dieselben konvergieren gegeneinander; die beiden konvex gegeneinander gekrümmten Platten verschmelzen etwa in der Mitte der homogenen Schicht miteinander und gehen ohne Grenze in die innere Rindenschicht über.

Diese Thatsache rechtfertigt es auch, dass ich oben bei *Ascaris mystax* das Fehlen einer inneren Rindenschicht behauptet habe; man könnte ja zunächst daran denken, dass die dort konstatierten beiden Fibrillenschichten mit den dazwischen eingeschlossenen homogenen Ringbändern als innere Rindenschicht aufgefasst werden müssten.

Dagegen spricht nun die Lage der Flügelleiste bei *Ascaris lumbricoides*; denn da dieselbe hier in der homogenen Schicht gefunden wird, muss wohl der Bereich, in dem sie bei *Ascaris mystax* gefunden wird, auch der homogenen Schicht von *lumbricoides* und *megalocephala* entsprechen.

3. *Ascaris megalocephala.*

Auch bei *Ascaris megalocephala* finden wir noch eine Andeutung dieser Bildung in Form einer Verdichtung der Substanz der Bänderschicht an der betreffenden Stelle, die sich auf Querschnitten als ein stark lichtbrechender feiner Streifen zu erkennen gibt.

Was nun die älteren Autoren angeht, so ist eine Beschreibung nebst Abbildung des Flügelfortsatzes von *Ascaris mystax* bei Leuckart (6, pag. 266) zu finden. Dieser Autor hat richtig gesehen, dass die äusseren Cuticularlagen durch die Erhebung zum Flügelfortsatz nicht unterbrochen werden; irrtümlicherweise gibt er aber an,

dass die „homogene“ Schicht sehr dünn werde, was, wie wir gesehen haben, nicht der Fall ist.

Die beiden Faserschichten lässt er ohne Unterbrechung unter dem Fortsatz sich hinziehen; er hat also nicht erkannt, dass die Hauptmasse des Fortsatzes von der äusseren Faserschicht in Verbindung mit der inneren fibrillären Schicht gebildet wird. Letztere Schicht wird von Leuckart überhaupt nicht erwähnt.

Das pfeilförmige Gebilde erkennt er gewissermassen als eine Falte des Epidermisüberzuges und lässt es aus demselben entstehen. Betreffs dieses Punktes habe ich mir keine Klarheit schaffen können und möchte ich deshalb die Entstehungsfrage offen halten.

In neuerer Zeit hat, meines Wissens, nur noch Zur Strassen (12, pag. 737) den Flügelfortsatz von *A. mystax* untersucht. Nach einer kurzen, nicht von Abbildungen begleiteten Darstellung, welche sich nur auf Längsschnitte eines Tieres bezieht, sollen „die dicken Schichten der gekreuzten Fasersysteme samt der Subcuticula unverändert“ unter den Kopfflügeln hinwegziehen, an deren Bildung sich „ausschliesslich Epidermis und Corium“ beteiligen. Wie ich oben gezeigt habe, ist dies insofern nicht zutreffend, als die äussere Faserschicht einen wesentlichen Bestandteil des Flügelfortsatzes ausmacht. Die auf den Längsschnitten quer getroffenen homogenen Ringbänder ferner hat Zur Strassen für Kerne gehalten, gab dabei indessen zu, dass ein Irrtum in dieser Art der Deutung nicht ausgeschlossen sei, da er eben nur Längsschnitte untersuchte. Wie aus meiner Beschreibung hervorgeht, handelt es sich also hier keineswegs um Kerne, was ich besonders betonen möchte![1])

Was den Zweck des pfeilförmigen Gebildes angeht, so möchte ich mich darin dem Urteil Leuckart's anschliessen, dass die Einlagerung den Kopfflügeln eine grössere Festigkeit verleiht und sehr wesentlich dazu beiträgt, sie zu einer Art Pflugschar zu machen, durch deren Hilfe die Würmer den Darminhalt ihrer Wirte mit Leichtigkeit und Geschick durchsetzen.

Das dem Flügelfortsatz entsprechende Gebilde bei *Ascaris lumbricoides* ist zwar von einigen älteren Autoren gesehen, aber nicht richtig erkannt worden.

---

[1]) Natürlich kann nach Obenstehendem der Befund bei *Ascaris mystax* auch nicht mehr in der Weise für die Frage nach der morphologischen Bedeutung der Cuticula verwertet werden, wie es durch Zur Strassen geschehen ist.

Eine Andeutung findet sich bei Czermak (2, pag. 757), indem er schreibt:

„Längs den beiden Seitenlinien geht durch die ganze Dicke der homogenen Schicht eine senkrechte Trennungsspur oder Raphe, an deren unterem Ende eine seichte Furche hinläuft, die sich auf Querschnitten der Haut als eine leichte Einschnürung darstellt."

Ferner erwähnt Schneider (4, pag. 212) bei *Ascaris lumbricoides* und *megalocephala* einen Vorsprung, der sich zwischen der gekreuzten Faserschicht und der Cuticula „als ein schmales, hyalines Band mit rechteckigem Querschnitt vorfindet."

Auch Leuckart (6, pag. 162) erwähnt bei *Ascaris lumbricoides* einen schmalen Streifen der homogenen Cuticularsubstanz gegenüber den Seitenlinien, der auf der Aussenfläche der Faserschicht sich hinzieht und in die darüberliegende Cuticula hinein vorspringt.

Als Anhang zu den mitgeteilten Resultaten über die Cuticula möchte ich einige Beobachtungen über die Subcuticula anfügen.

Die Verhältnisse der Subcuticula sind in neuerer Zeit mehrmals beschrieben worden, sodass ich von einer näheren Untersuchung derselben Abstand genommen habe; nur eins möchte ich hervorheben, was bereits von Bastian (5) gesehen, von den neueren Autoren aber nicht erwähnt wird, dass die innere Seite der Subcuticula von einer dünnen Membran gegen die Muskulatur abgegrenzt ist. An der äusseren Seite der Subcuticula eine solche Membran nachzuweisen, wie sie ebenfalls Bastian beschreibt, war mir nicht möglich. Bastian sagt wörtlich folgendes: „And an „enderon" or internal, active, formative portion, consisting of a cellular layer bounded on both sides by a loose fibrous membrane uniting it externally with the epidermis layers, and internally with the muscles."

Einer näheren Untersuchung jedoch habe ich, veranlasst durch die Arbeit von Rhode (10), die Verbindung der Subcuticula mit der Muskulatur unterzogen und dabei dieselben Härtungs- und Färbemethoden gebraucht, wie sie genannter Autor bei seinen Untersuchungen angewandt hat.[1])

[1]) Kleine Stücke der Länge nach aufgeschnittener Tiere wurden auf Kork gespannt, $^1/_2$—$^3/_4$ Stunden in 1% Osmiumsäure gelegt, 12—16 Stunden in Pikrokarmin übertragen und schliesslich, nachdem sie allmählich in 70% Alkohol gebracht waren, in Alkoholkarmin 2—3 Stunden gefärbt.

Mir hat es indessen nicht gelingen wollen, irgend welche Verbindung der Subcuticula mit den Muskelzellen festzustellen, und wenn nicht die äusserst klaren Abbildungen von Rhode vorliegen würden, wäre ich auf Grund meiner Präparate geneigt, solche durchaus in Abrede zu stellen.

III. Cuticula des Darms nebst Bemerkungen über das Darmepithel.

Von den inneren sogenannten Cuticularbildungen habe ich nur diejenigen des Mitteldarms und zwar bei *Ascaris lumbricoides* und *A. megalocephala* untersucht.

Gleich zu Anfang will ich mitteilen, dass ich im grossen und ganzen zu denselben Resultaten gelangt bin, wie sie van Gehuchten (13) in seiner Arbeit, die vor kurzer Zeit, als ich auch bereits mit meinen Untersuchungen abgeschlossen hatte, erschienen ist, mitgeteilt hat; ich will daher in folgendem nur auf einige Punkte eingehen, in denen ich van Gehuchten nicht beistimmen kann.

An den Stellen der Epithelzellen, wo die von van Gehuchten beschriebenen und auch von mir gesehenen Spalträume auftreten (Fig. 15, *sp*), macht sich am Inhalt der Zelle eine Differenzierung insoferne bemerkbar, als sich das körnige Protoplasma gegen den homogenen Inhalt scharf abgrenzt, der das innerste Fünftel der Zelle erfüllt (Fig. 15, *hz*). Auf Schnitten erscheint die Grenzlinie als ein Bogen, wird aber durch mehrere Fortsätze unterbrochen, die in den homogenen Teil der Zelle eintreten und in demselben rasch dünner werdend auslaufen (Fig. 15, *fhz*). Diese Fortsätze sieht man auch auf Tangentialschnitten in Form von Punkten (Fig. 16, *fhz*). Sie sind von van Gehuchten vollständig übersehen worden.

Ebenso wurden auch die Fortsätze der Epithelzellen in die Tunica propria von ihm übersehen. Er schreibt hierüber: „Mais les cellules épithéliales étaient toujours nettement limitées et dépourvues de prolongements à leur extremité."

Diese Verbindungen des Epithels mit der Tunica propria sind zuerst von Leydig (7) bei *A. megalocephala* gesehen und beschrieben worden. Leydig sagt darüber: „Die nach unten zugespitzten Enden der Zellen lösen sich in Franzen auf, die die Tunica propria des Nahrungsrohres treffen. Von dem Franzenwerk der sich zuspitzenden Epithelzellen durchdringen sehr zarte Fortsetzungen die Tunica propria".

Diese Fortsätze sind nun auch von mir bei einzelnen Präparaten, doch in etwas anderer Form gesehen worden. Gegen die Tunica propria nämlich grenzen sich die einzelnen Zellen nicht einfach ab, sondern man konnte an manchen Zellen beobachten, dass sie in dieselbe je einen Fortsatz entsenden, der sich noch häufig weiterhin verästelt, fast ihre ganze Dicke durchsetzend (Fig. 17, *ftp*). Ein Franzenwerk habe ich an den Zellen nicht nachweisen können; ferner geht auch, wie ich soeben beschrieben, immer nur ein Fortsatz der Zelle in die Tunica propria.

Abweichend ferner von meinen Untersuchungen sind die Angaben van Gehuchten's über die Tunica propria selbst. Der Autor lässt nämlich dieselbe aus zwei Schichten bestehen, einer äusseren dünneren und einer inneren dickeren.

Diese Angaben beruhen nach meinen Beobachtungen auf einer unrichtigen Deutung schiefer Schnitte durch den Darm. In diesem Falle sieht man nämlich an der Aussenseite des Darms zwar zwei Linien, man kann sich indessen leicht davon überzeugen, dass es die infolge der schiefen Schnittrichtung nicht über-, sondern nebeneinander liegenden äusseren Schnittränder der Tunica propria sind.

Auch die von ihm erwähnte Strichelung in der Tunica propria ist von mir nicht beobachtet worden, wenigstens keine auf einem wirklichen Strukturverhältnis beruhende. Wahrscheinlich ist mir, dass diese Angabe auch auf einer falschen Deutung von Bildern beruht, die man mitunter bei wenig guten Präparaten beobachtet. Es kommt nämlich leicht vor, dass die ziemlich spröde Tunica propria beim Schneiden nicht glatt durchschnitten wird, sondern Risse erhält, die dann allerdings den Anschein einer radiär streifigen Struktur vortäuschen können.

Es bleibt mir jetzt noch übrig, einen Vorgang zu erwähnen, den van Gehuchten beschrieben hat und der von ihm als ein Sekretionsvorgang aufgefasst worden ist. An vielen Präparaten sieht man nämlich aus den Epithelzellen Protoplasmatröpfchen — van Gehuchten nennt sie Bläschen — hervorquellen, die meistenteils der Zelle selbst aufsitzen, zuweilen auch sich losgelöst haben und im Darm frei herumschwimmen.

An frischen Flächenpräparaten in Kochsalzlösung konnte man ferner sehen, wie diese Tröpfchen die einzelnen Stäbchen des Cuticularsaums bei Seite drängten. Dieser Vorgang nun ist von van

Gehuchten als „Sekretion", respektive „Exkretion" aufgefasst worden. Dies ist aber vollständig irrtümlich; vielmehr ist derselbe als ein Kunstprodukt zu betrachten und zwar aus folgenden Gründen:

1. Ich habe niemals eine leere Stelle (Hohlraum) zwischen dem Plateau und der Zelle selbst nachweisen können.

2. Ist dieser Vorgang derselbe, wie er bereits seit langer Zeit als eine unter bestimmten Verhältnissen beim Absterben auftretende Erscheinung von vielen niederen Tieren (Infusorien, Turbellarien u. a.) bekannt ist. Ich will hier nur auf die schöne Darstellung Bütschli's (9, pag. 1820) über Infusorien hinweisen.

Von dem Eintreten dieses Vorgangs unter besonders für die Tiere ungünstigen Bedingungen, wie z. B. Druck des Deckglases, kann man sich an mancherlei Objekten (Turbellarien) leicht überzeugen.

Der ganze Vorgang ist mithin nichts anderes als ein Zerfliessen des Protoplasmas infolge Drucks des Deckglases, was auch besonders klar zu Tage trat bei frischen in Kochsalz befindlichen Präparaten, wo der Vorgang erst nach längerer Zeit auftrat, als das Deckglas aufgelegt war.

3. Schon Frenzel (11) hat die Erklärung van Gehuchten's widerlegt und will den Vorgang als Artefact aufgefasst wissen, infolge Quellung, indem er schreibt: „Viel wahrscheinlicher wird es vielmehr, dass Quellung eintritt und so könnte mithin alles das, was van Gehuchten für Sekretion ansieht, auf eine Quellung des Zellinhalts mit nachfolgendem Bersten zurückgeführt werden."

Ich selbst habe oft derartige Bilder erhalten, die ebenso gut wie ein freiwilliges Ausstossen auch ein Kunstprodukt sein können.

4. Endlich habe ich bei vielen Präparaten gesehen, dass das Epithel infolge des Zerfliessens vollständig zerstört war.

Zum Schlusse erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Boveri, sowie Herrn Privatdozenten Dr. Schuberg und Herrn Assistenten Dr. Kathariner für die freundliche Unterstützung bei meinen Untersuchungen auch öffentlich an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen.

Würzburg, den 23. Mai 1894.

Litteratur-Verzeichnis.

1. v. Siebold, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. Berlin 1848.
2. Czermak, Über den Bau und das optische Verhalten der Haut von *Ascaris lumbricoides.* In: Sitz.-Ber. kais. Akad. d. Wissensch. Wien. Math.-naturw. Kl. Bd. II, 1852.
3. Eberth, Beiträge zur Anatomie und Physiologie von *Trichocephalus dispar.* In: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. X. 1860.
4. Schneider, Monographie der Nematoden. Berlin 1866.
5. Bastian, On the Anatomy and Physiology of the Nematoids, parasitic and free. In: Philos. Transact. Roy. Soc. London. Vol. 156, 1866.
6. Leuckart, Die Parasiten des Menschen. Bd. II. Leipzig u. Heidelberg 1871.
7. Leydig, Zelle und Gewebe. Bonn 1885.
8. Camerano, Observazioni intorno alla structura dell' integumento die alcuni Nematelminti. In: Atti Accad. Torino. Vol. 24, 1889.
9. Bütschli, Protozoa. I. Band von Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs. 1890.
10. Frenzel, Der Mechanismus der Sekretion. In: Centralbl. f. Physiol. 1891.
11. Rhode, Muskeln und Nerven bei Nematoden. In: Zool. Beitr. Bd. II, 1892.
12. Zur Strassen, *Bradynema rigidum* v. Sieb. In: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LIV, 1892.
13. van Gehuchten, Contribution à l'Étude du mécanisme de l'excretion cellulaire. In: La Cellule, Recueil de Cytologie et d'Histologie générale, Tome IX. 1893.

Figuren- und Buchstaben-Erklärung
zu Tafel XI.

Ascaris lumbricoides.

Fig. 1. Längsschnitt; Vorderende, Pikrin-Essigsäure; Boraxkarmin; Glycerin-Wasser, Zeichenapparat. Seibert Oc. I. Obj. 5.

„ 2. Querschnitt, Vorderende, Spiritus, Boraxkarmin, Glycerinwasser, Zeichenapparat. Seib. Oc. I. Obj. 5.

„ 3. Fläche, Wasser. Seib. Oc. I. Öl-Immersion $^1/_{12}$.

Ascaris megalocephala.

Fig. 4. Längsschnitt, Vorderende, Spiritus, Boraxkarmin, Glycerinwasser, Oc. I. Öl-Immersion $^1/_{12}$, Zeichenapparat.

„ 5. Querschnitt wie Fig. 4.

Ascaris mystax.

Fig. 6. Längsschnitt, Vorderende, Sublimat, Boraxkarmin, Glycerinwasser, Oc. I. Öl-Immersion 1/12, Zeichenapparat.
„ 7. Querschnitt, Vorderende, Sublimat, Boraxkarmin, Canadabalsam, Oc. I. Öl-Immersion 1/12, Zeichenapparat.
„ 8. Fläche, Wasser. Oc. I. Öl-Immersion 1/12.

Flügelfortsatz.

Fig. 9. *Ascaris mystax*, Flügelfortsatz, Querschnitt, Sublimat, Boraxkarmin, Glycerinwasser, Oc. I. Öl-Immersion 1/12, Zeichenapparat.
„ 10. *Ascaris mystax*, Längsschnitt, Spiritus, Hämatoxylin, Glycerinwasser, Oc. I. Öl-Immersion 1/12. Zeichenapparat.
„ 11. *Ascaris lumbricoides*, Querschnitt, Vorderende, Pikrin-Essigsäure, Boraxkarmin, Glycerinwasser, Oc. I. Öl-Immersion 1/12, Zeichenapparat.
„ 12, 13, 14. *Ascaris mystax*, Flügelfortsatz, Skizzen nach Querschnitten.

Darm.

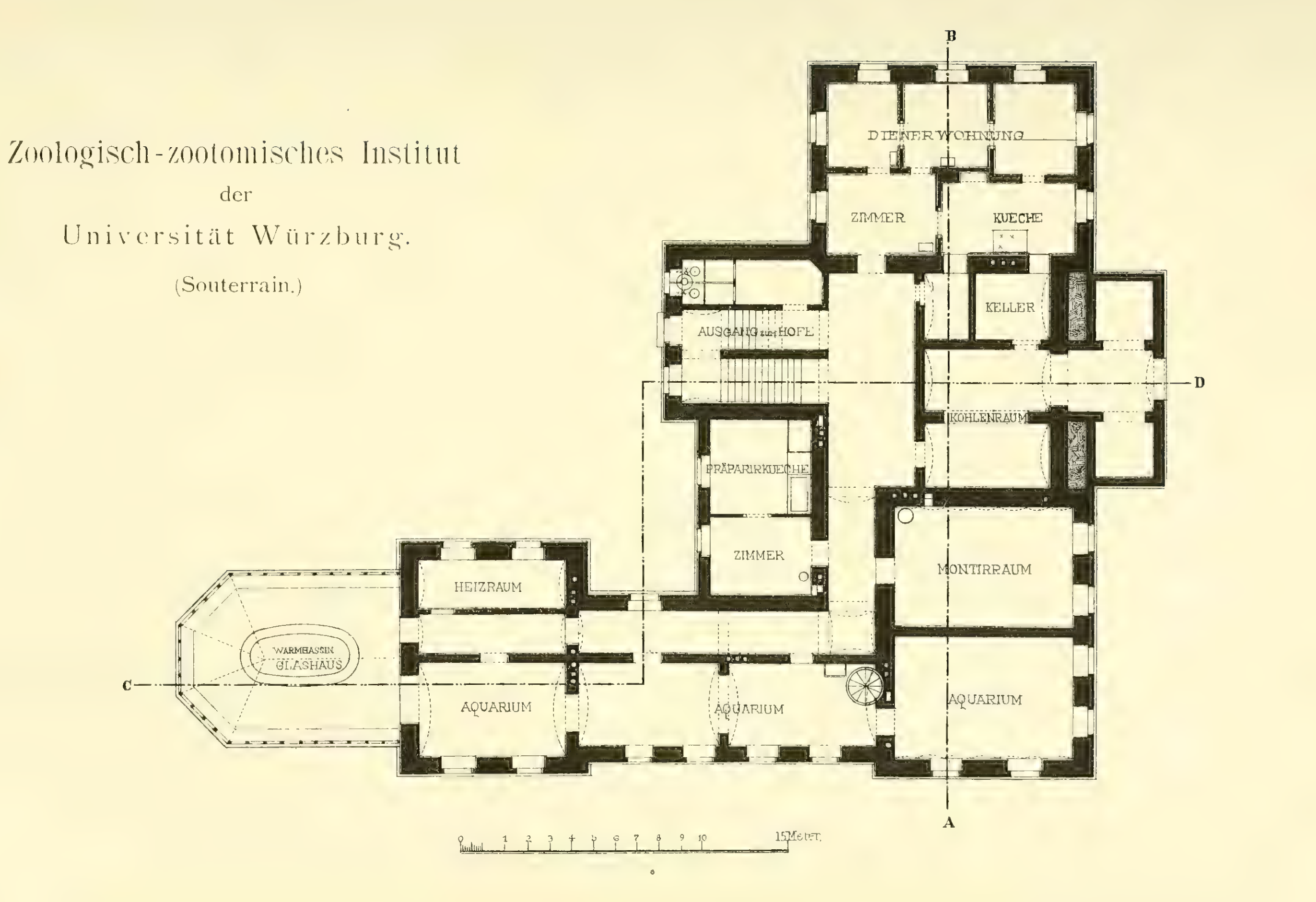
Fig. 15. *Ascaris megalocephala*, Längsschnitt, Sublimat, Boraxkarmin, Glycerinwasser, Oc. I. Öl-Immersion 1/12, Zeichenapparat.
„ 16. *Ascaris megalocephala*, Tangentialschnitt, Sublimat, Hämatoxylin, Glycerinwasser, Oc. I. Öl-Immersion 1/12.
„ 17. *Ascaris lumbricoides*, Längsschnitt, Sublimat, Boraxkarmin, Glycerin, Essigsäure, Wasser, Oc. I. Öl-Immersion 1/12.

Cuticula.

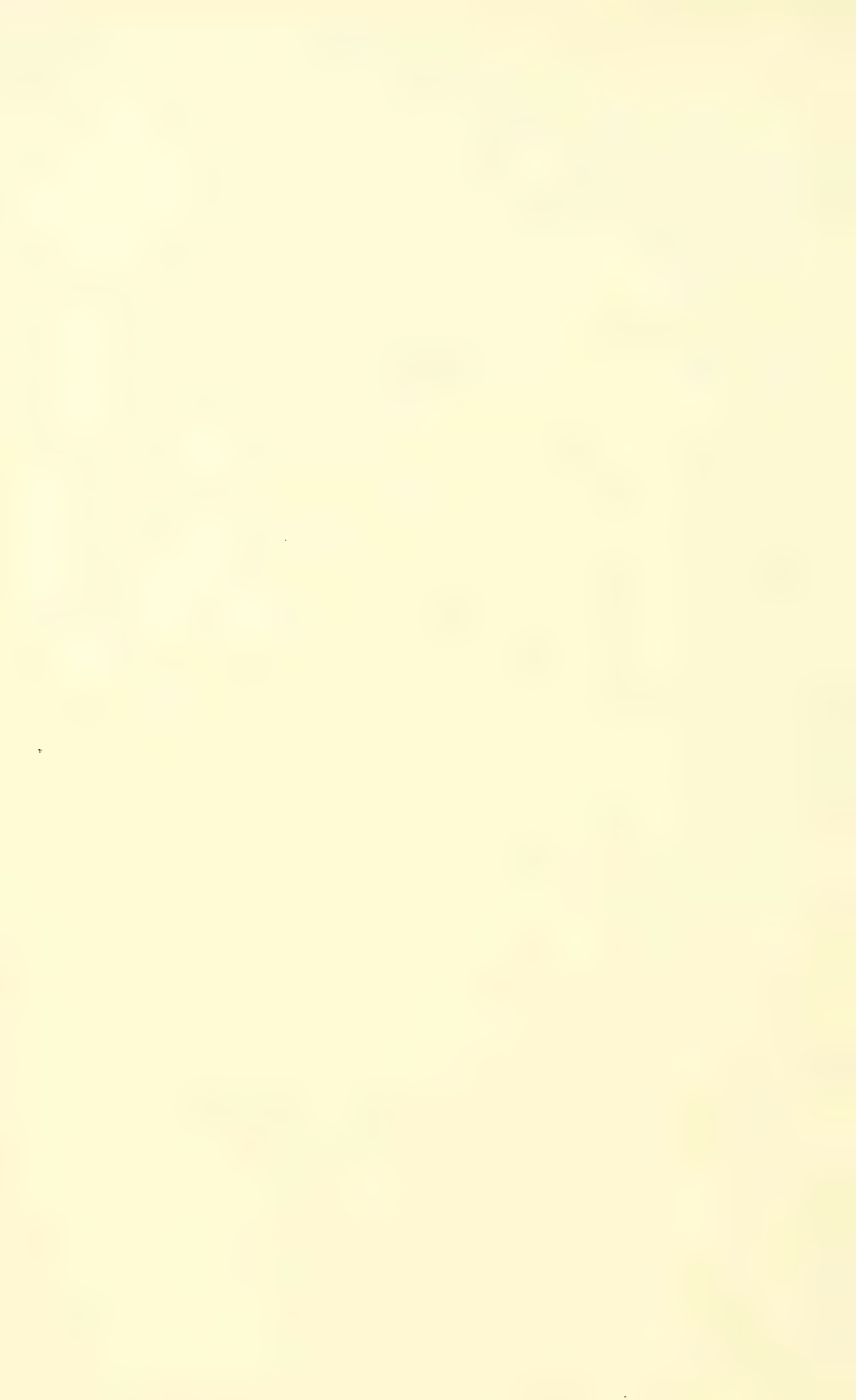
afr äussere Fibrillenschicht.
afs äussere Faserschicht.
ars „ Rindenschicht (α äussere Zone, β innere Zone).
bs Bänderschicht.
ehg eigentliche homogene Schicht.
fr Fibrillenschicht.
fgl Flügelleiste.
hg homogene Schicht.
ifr innere Fibrillenschicht.
ifs „ Faserschicht.
irs „ Rindenschicht (γ äussere Partie, δ innere Partie).
rs Rindenschicht.
sbc Subcuticula.
bm untere Basallamelle.
a Ringfurchen, *b* Fortsätze der inneren Rindenschicht, *c* Fibrillenschicht, *d* homogene Schicht, *e* äussere, *f* mittlere, *g* innere Faserschicht, *h* Basallamelle.

Darm.

asc äussere Schicht des Cuticularsaums.
fhz Fortsätze in den homogenen Zellteil.
ftp „ der Tunica propia.
hz homogener Zellteil.
isc innere Schicht des Cuticularsaums.
sp Spaltraum.
tp Tunica propria.
m Muskulatur.

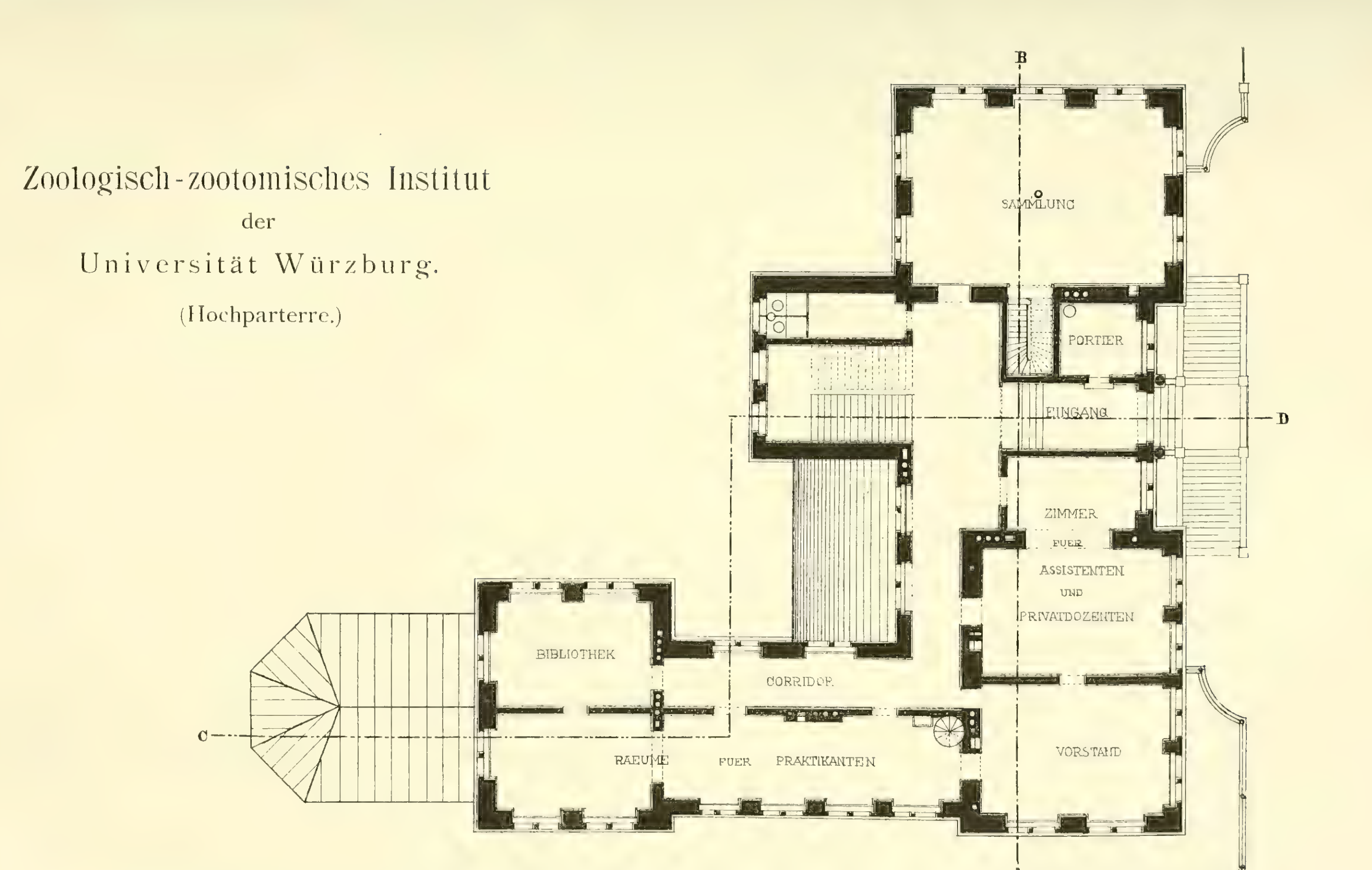


C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden. Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz, Würzburg.



Zoologisch-zootomisches Institut der Universität Würzburg.

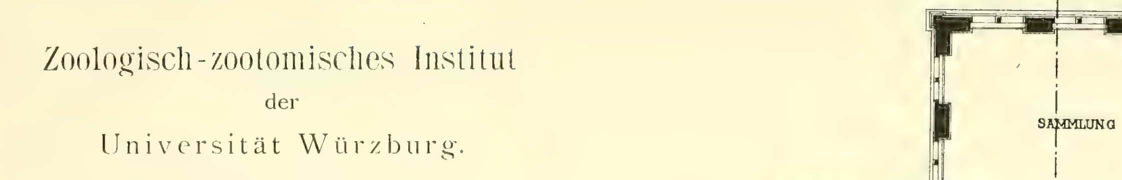
(Hochparterre.)



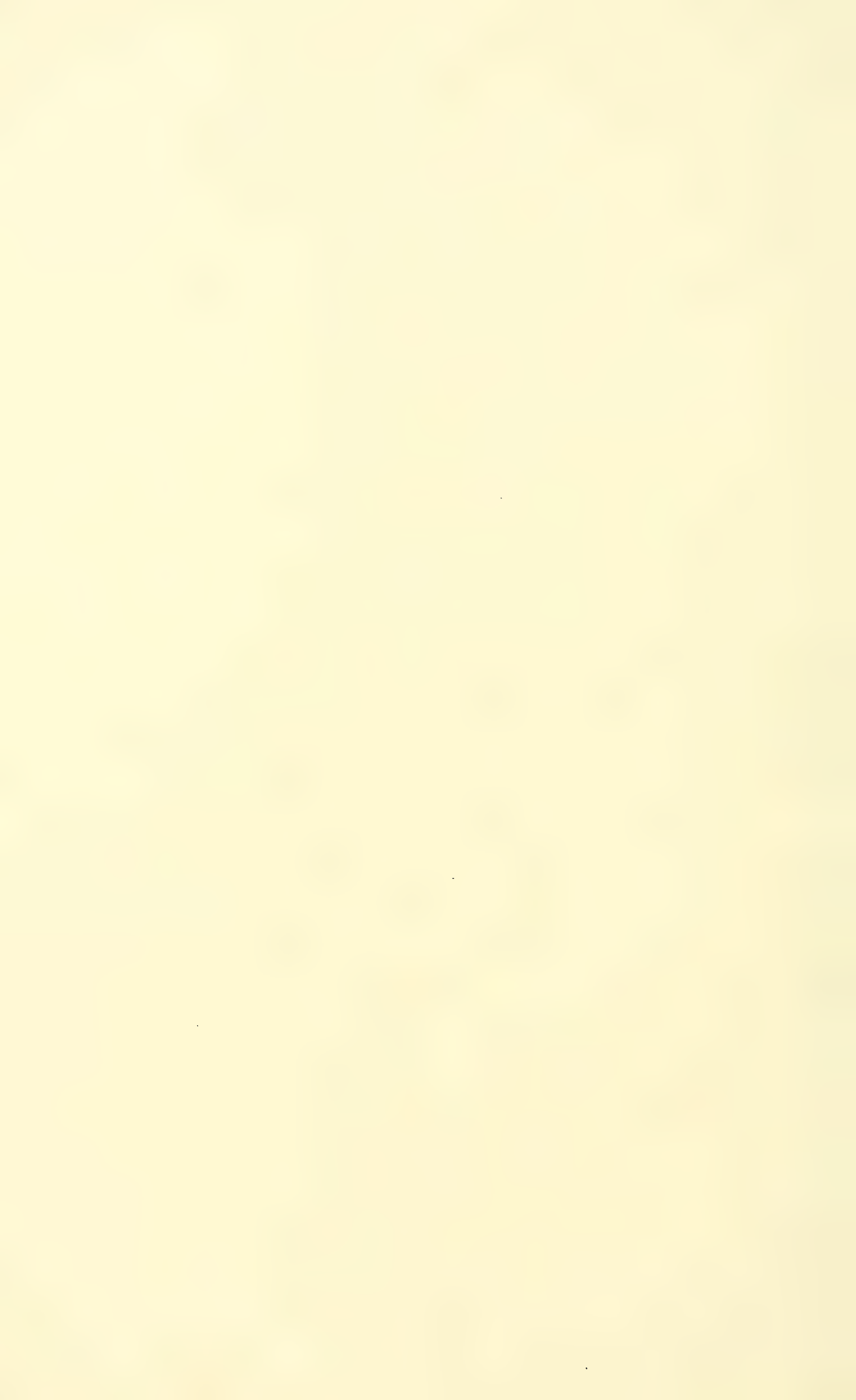
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden. Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz, Würzburg.



Zoologisch-zootomisches Institut
der
Universität Würzburg.
(Obergeschoss.)



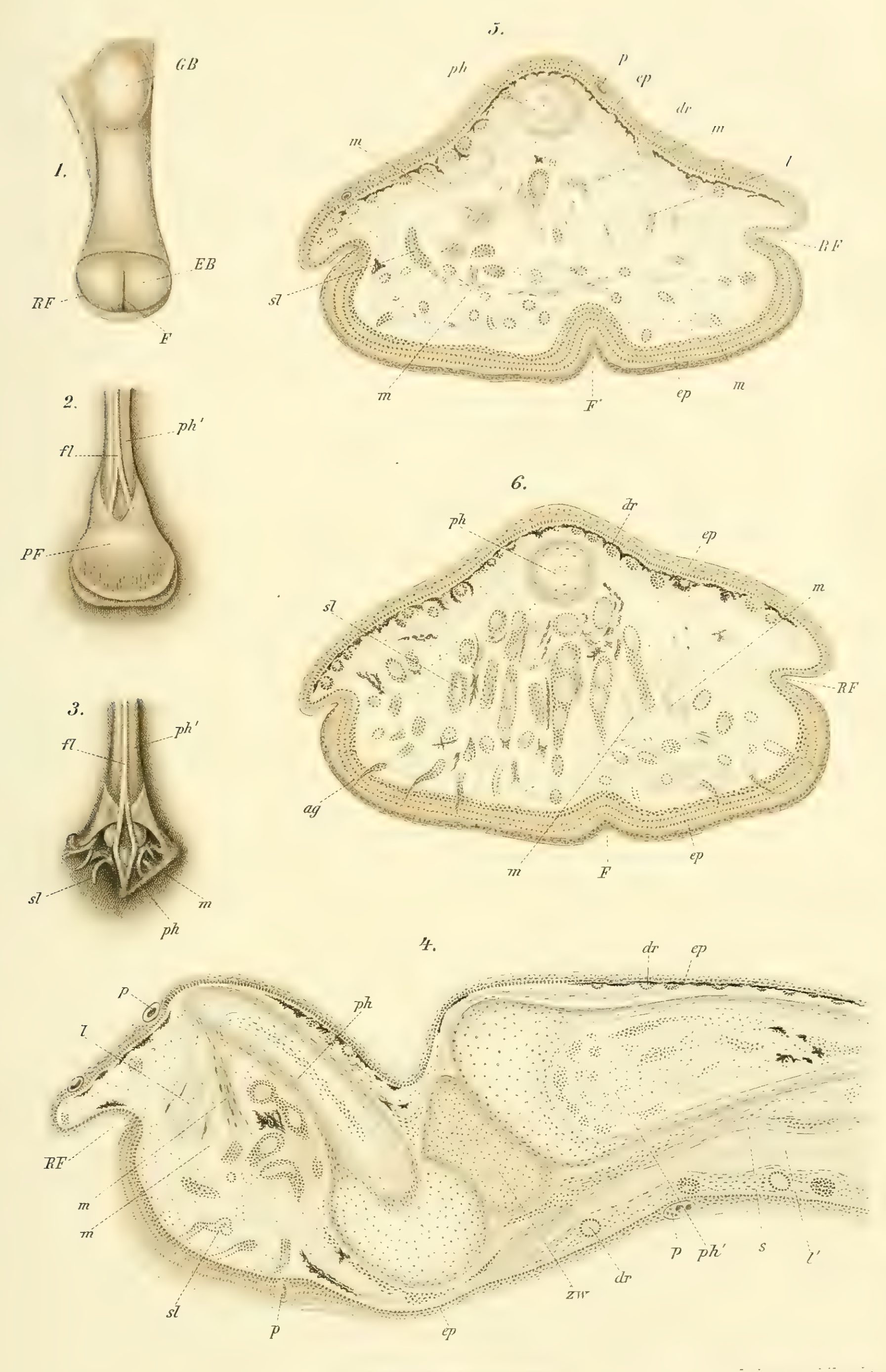
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden. Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz, Würzburg.



C. W. Kreidel's Verlag. Wiesbaden.

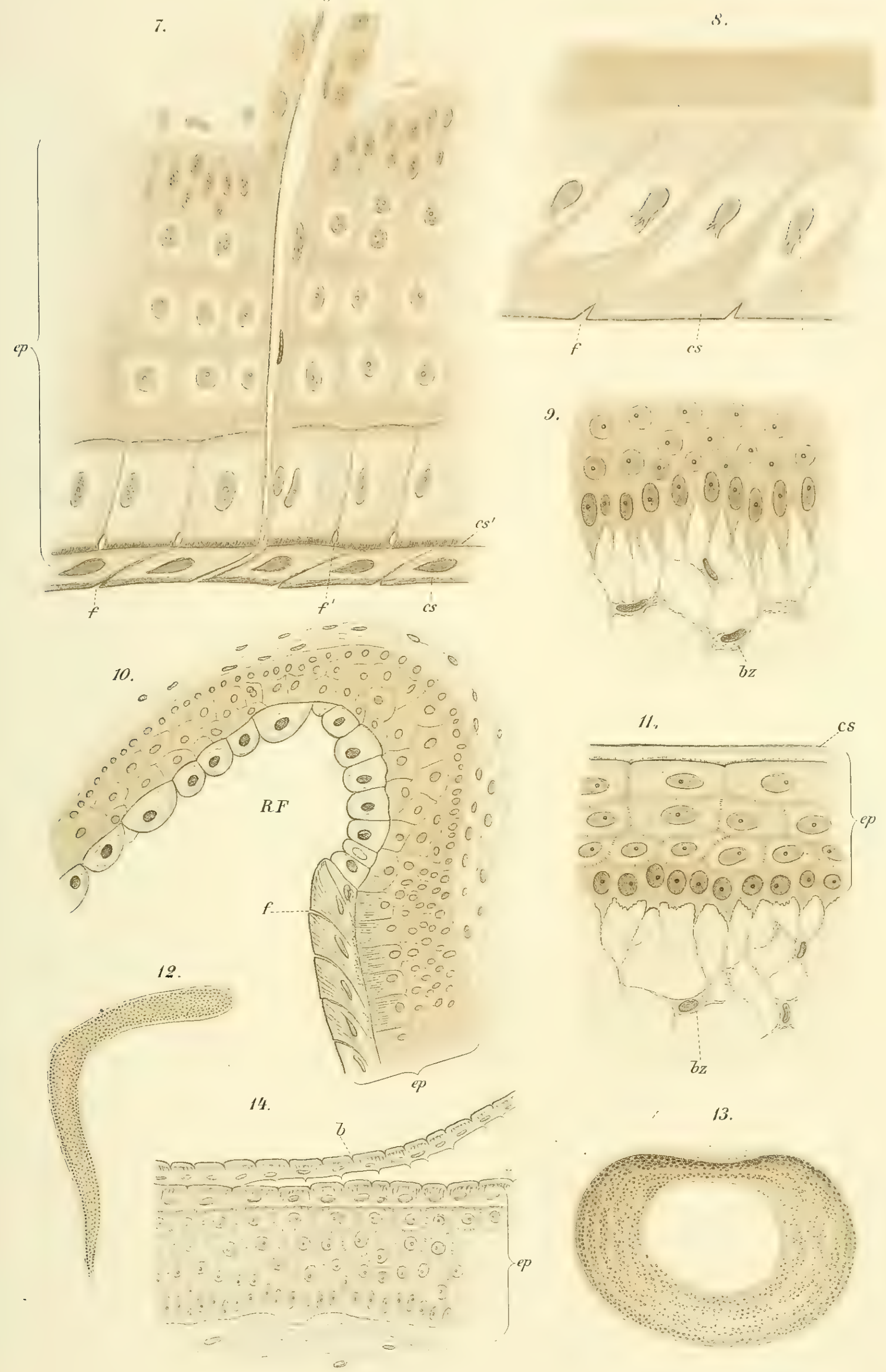
Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz, Würzburg.



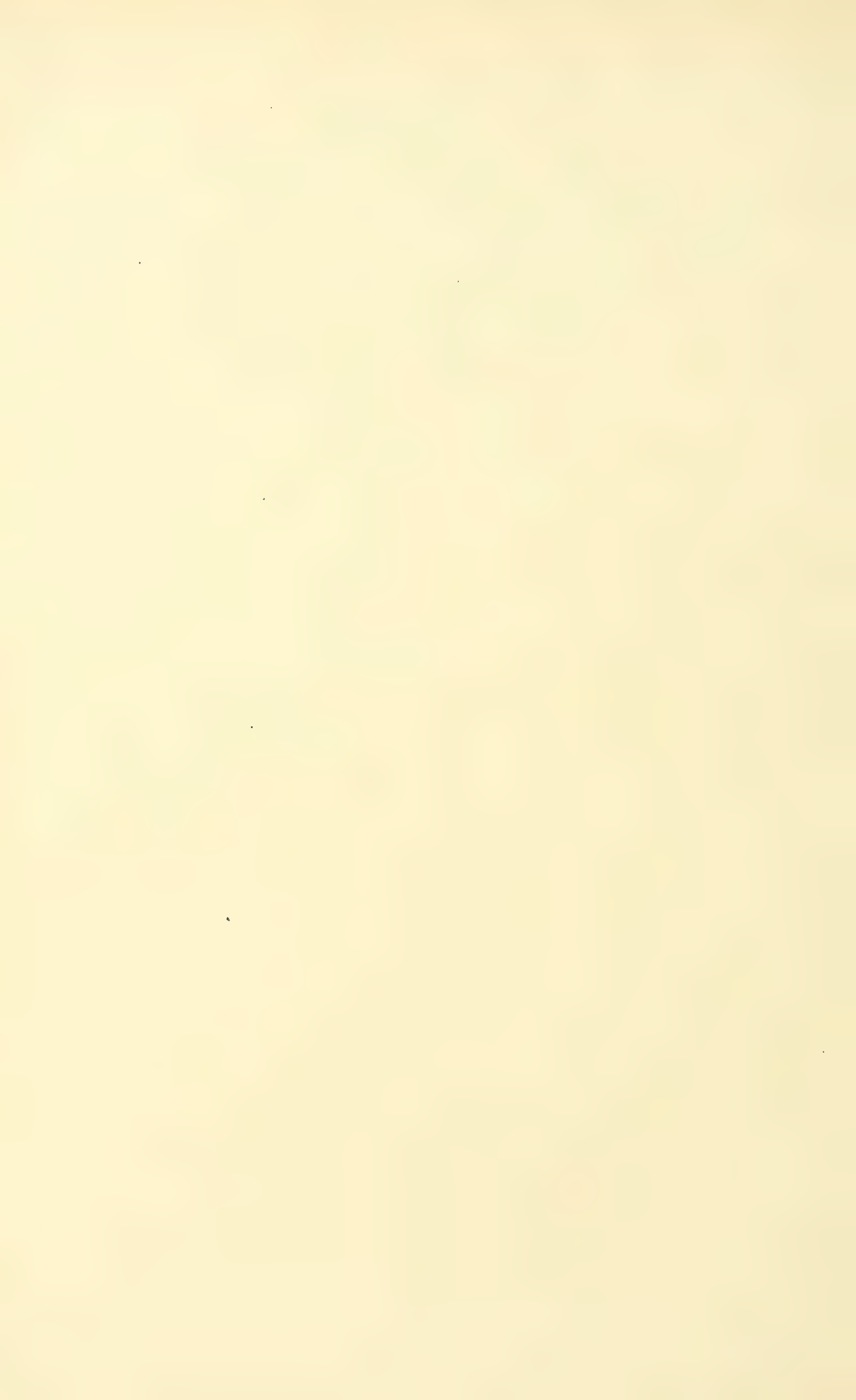


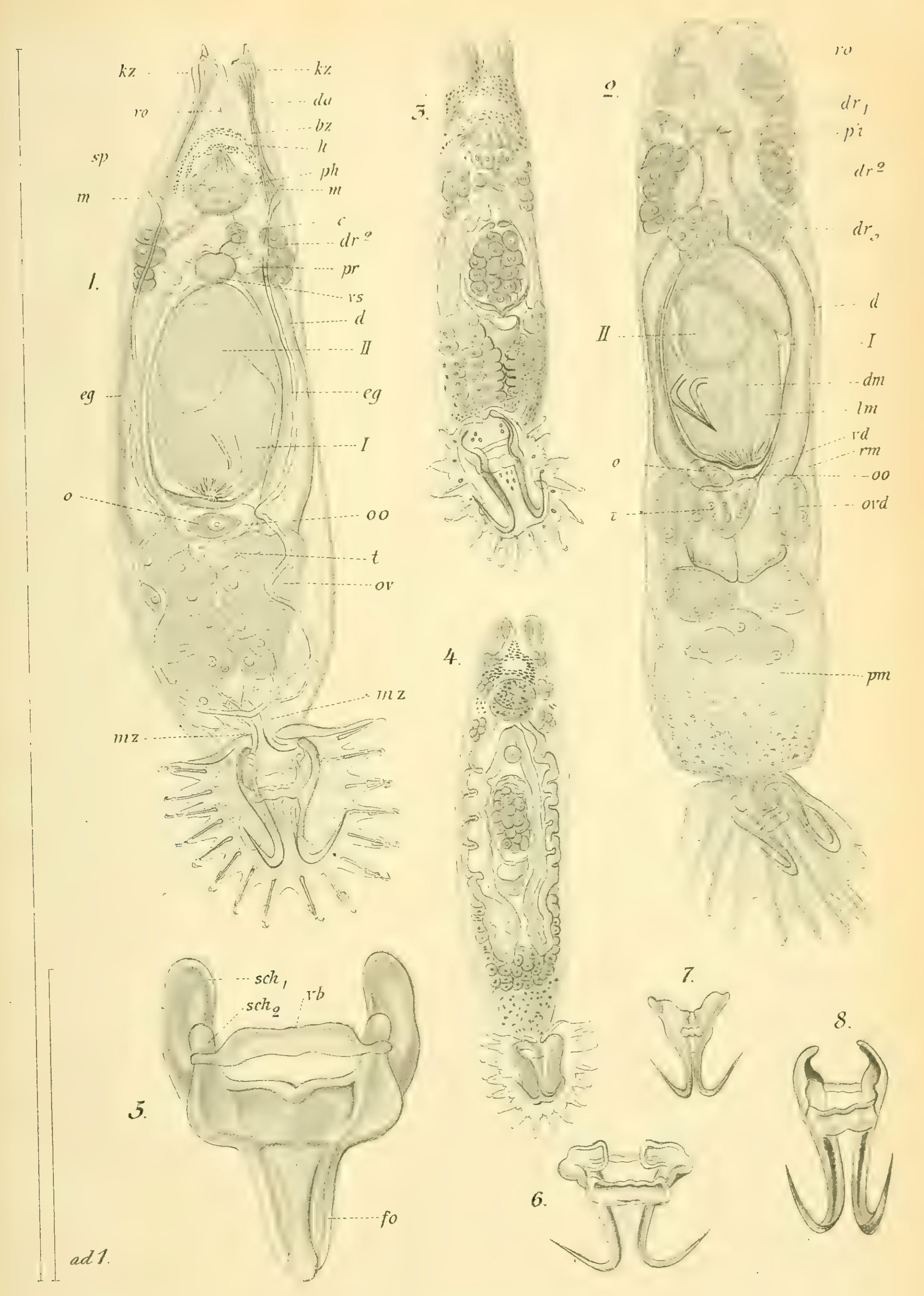
A. Schuberg del.





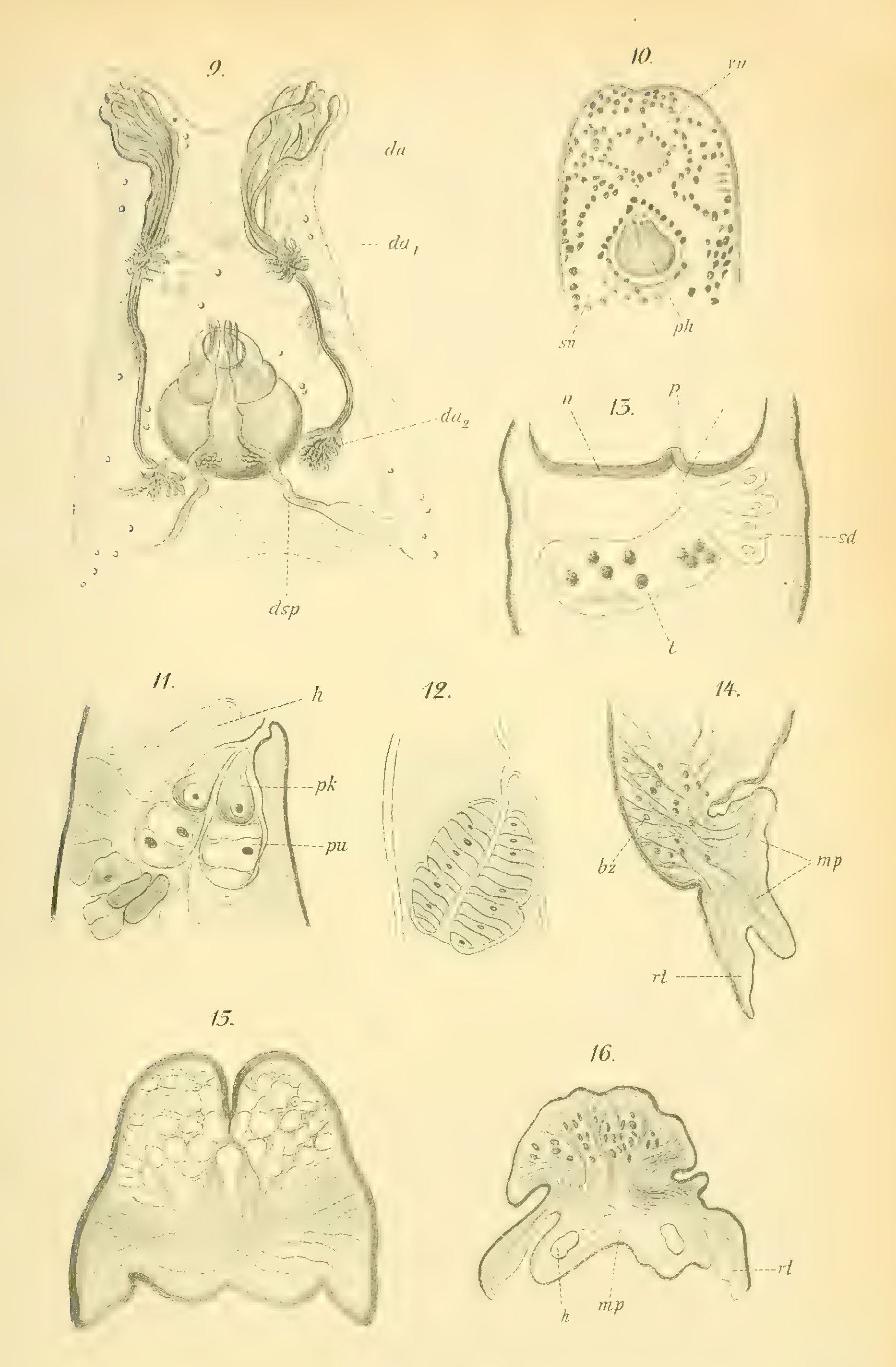
A. Schuberg del. C. W. Kreidels Verlag in Wiesbaden. Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.



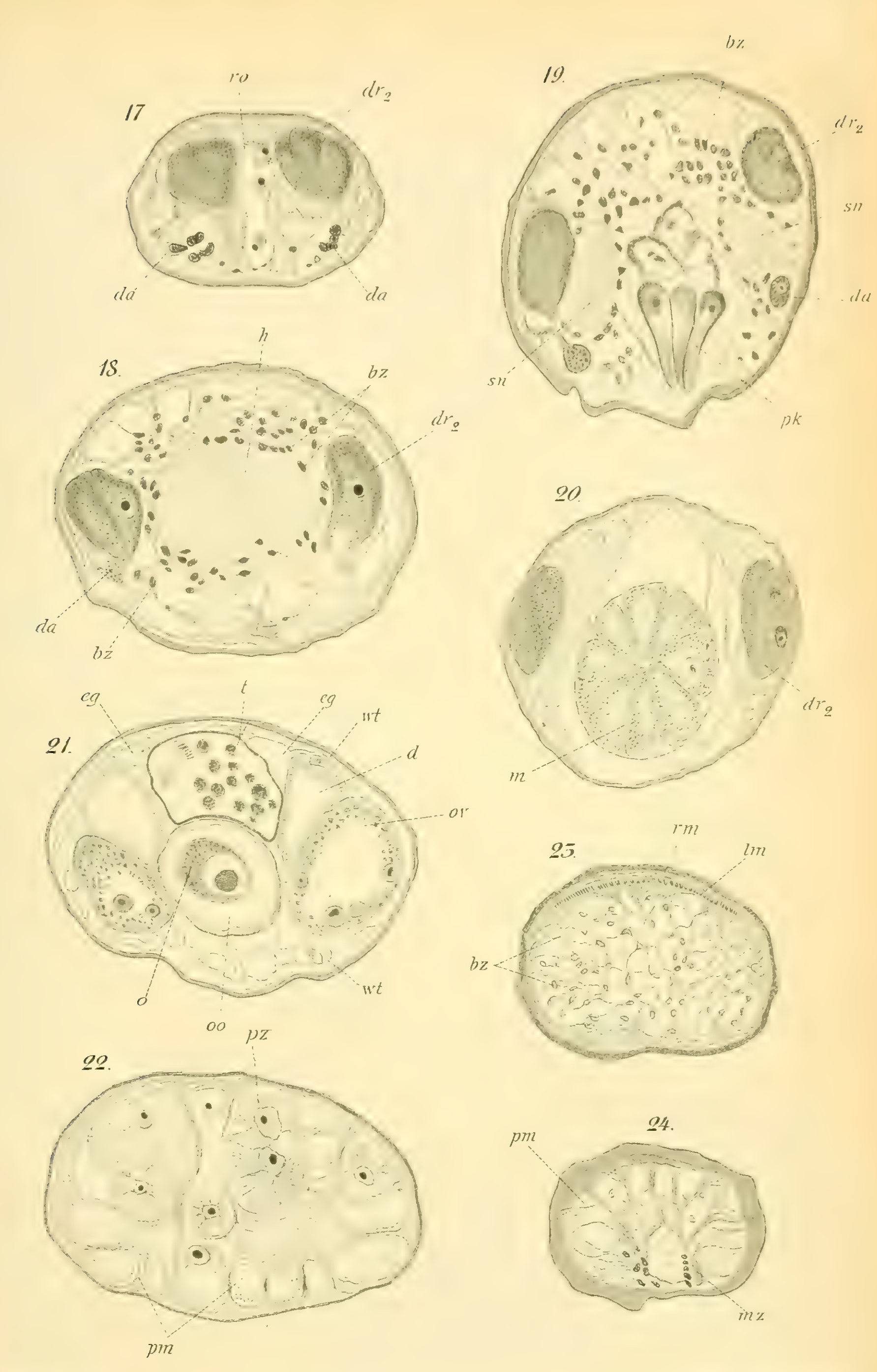


Kathariner del. C. W. Kreidels Verlag in Wiesbaden. Lith. Anst. C. Voige, Göttingen.




9.
da
da_1
da_2
dsp
10.
vn
sn
ph
13.
n
p
sd
t
11.
h
pk
pu
12.
14.
bz
mp
rl
15.
16.
rl
h
mp




17.
ro
dr_2
dá
da
18.
h
bz
dr_2
da
bz
19.
bz
dr_2
sn
da
sn
pk
20.
dr_2
m
21.
eg
t
eg
wt
d
ov
o
oo
wt
22.
pz
pm
23.
rm
lm
bz
24.
pm
mz



1.
m
g

4.
g
d

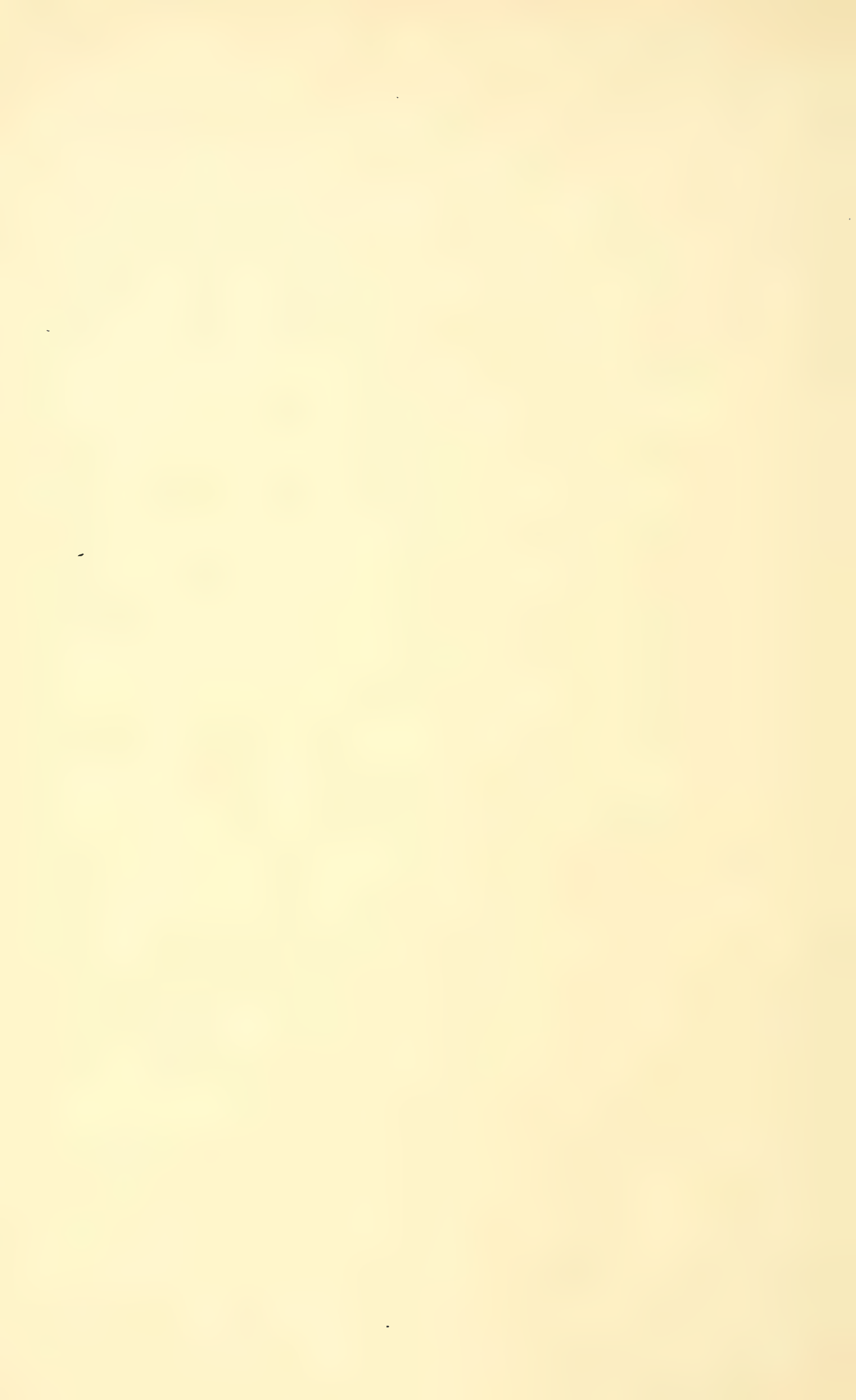
2.
g
d

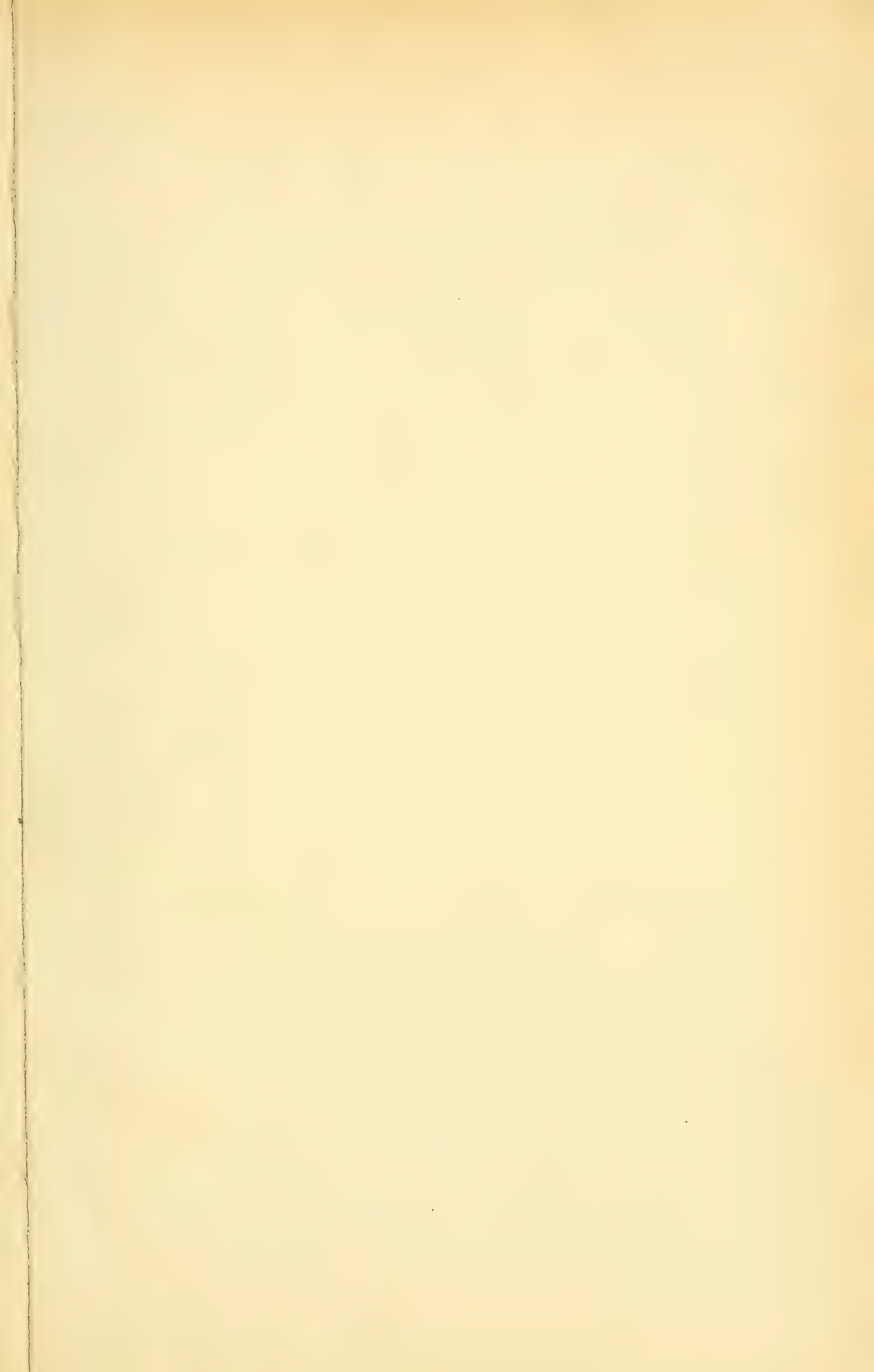
5.
s
m

6.
n
r
t
W

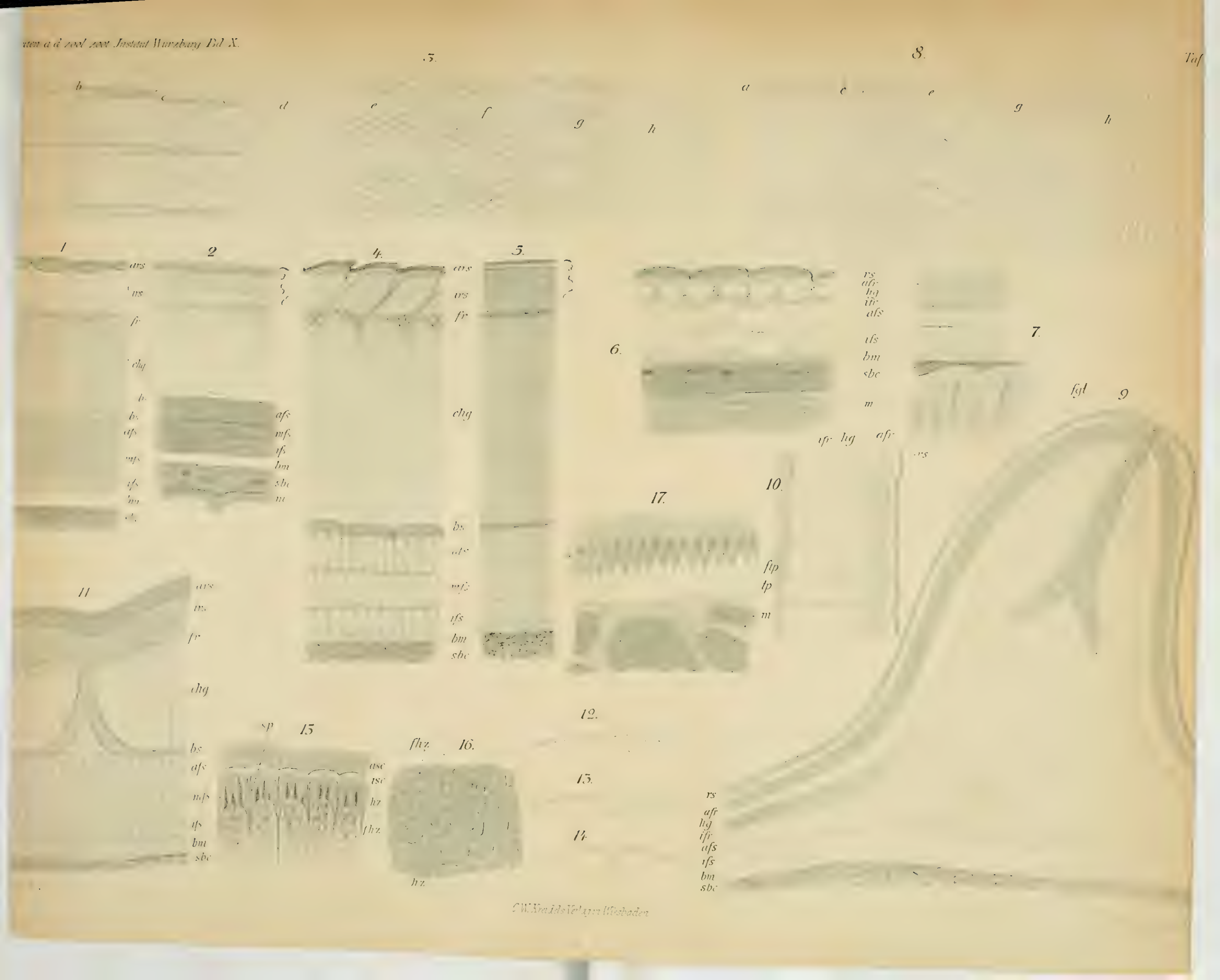
3.
s
g
n
g

7.
k
w
n
t
b









C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden



